Revista Pădurilor 136(4) (2021) 001-046

Revista Pădurilor

disponibil online la: www.revistapadurilor.com

Revistă tehnico-ştiinţifică editată de Societatea „Progresul Silvic"

COLEGIUL DE REDACȚIE

Redactor responsabil:

Prof. Dr. Ing. Stelian A. Borz

Membri:

Prof. Dr. Ing. Ioan V. Abrudan
Ing. Codruț Bîlea
Prof. Dr. Ing. Alexandru L. Curtu
Conf. Dr. Ing. Mihai Daia
Conf. Dr. Ing. Gabriel Duduman
Ing. Olga Georgescu
Conf. Dr. Ing. Sergiu Horodnic
Dr. Ing. Maftei Leşan
Dr. Ing. Teodor Țigan

ISSN: 1583-7890
ISSN (Varianta online): 2067-1962

Indexare în baze de date:

CABI
DOAJ
Google Academic
SCIPIO

CUPRINS

Avram Cicşa, Gheorghe M. Tudoran, Maria Boroeanu, Alexandru C. Dobre, Gheorghe Spârchez
Influența altitudinii asupra proprietăților fizico-chimice ale solurilor din amestecuri de fag cu rășinoase.....1

Alin-L. Mihalache, Ioan Clinciu, Şerban O. Davidescu, Nicu C. Tudose, Mirabela Marin, Cezar Ungureanu, Adriana A. Davidescu, Oana N. Tudose
Gradientul indicelui de stare al lucrărilor hidrotehnice transversale utilizate în amenajarea albiilor torențiale.....15

Elena C. Muşat
Soluții tehnice pentru combaterea înzăpezirilor prin crearea perdelelor forestiere de protecție: studiu de caz.....31

Reproducerea parțială sau totală a articolelor sau ilustrațiilor poate fi făcută cu acordul redacției revistei. Este obligatorie menționarea autorului și a sursei. Articolele publicate de Revista Pădurilor nu angajează decât responsabilitatea autorilor lor.

Revista Pădurilor 136(4) (2021) 001-046

Revista Pădurilor

available online at: www.revistapadurilor.com

Journal edited by the "Progresul Silvic" Society

EDITORIAL BOARD

Editor in Chief:

Prof. Dr. Stelian A. Borz

Editorial Members:

Prof. Dr. Ioan V. Abrudan
Eng. Codruț Bîlea
Prof. Dr. Alexandru L. Curtu
Assist. Prof. Dr. Mihai Daia
Assist. Prof. Dr. Gabriel Duduman
Eng. Olga Georgescu
Assist. Prof. Dr. Sergiu Horodnic
Dr. Maftei Leșan
Dr. Teodor Țigan

ISSN: 1583-7890
ISSN (ONLINE): 2067-1962

Indexed by:

CABI
DOAJ
Google Academic
SCIPIO

CONTENTS

Avram Cicșa, Gheorghe M. Tudoran, Maria Boroeanu, Alexandru C. Dobre, Gheorghe Spârchez
The influence of altitude on the physical and chemical properties of the soil in mixed beech-coniferous stands.....1

Alin-L. Mihalache, Ioan Clinciu, Şerban O. Davidescu, Nicu C. Tudose, Mirabela Marin, Cezar Ungureanu, Adriana A. Davidescu, Oana N. Tudose
State index gradient of the transversal hydrotechnical structures used in the improvement of torrential riverbeds.....15

Elena C. Mușat
Technical solutions for controlling snow accumulation on the transportation infrastructure by creating forest protective shelterbelts: a case study.....31

Partial or full reproduction of articles and figures may be done pending the agreement of the journal. In case of partial or full reproduction, it is mandatory to mention the authors and the source article. Articles published by Revista Pădurilor hold solely the responsibility of their authors.

Revista Pădurilor 136(4) (2021) 001-046

Revista Pădurilor

disponibil online la: www.revistapadurilor.com

Influența altitudinii asupra proprietăților fizico-chimice ale solurilor din amestecuri de fag cu răşinoase

Avram CICŞA[a,b], Gheorghe Marian TUDORAN[b,*], Maria BOROEANU[b], Alexandru Claudiu DOBRE[a,b], Gheorghe SPÂRCHEZ[b]

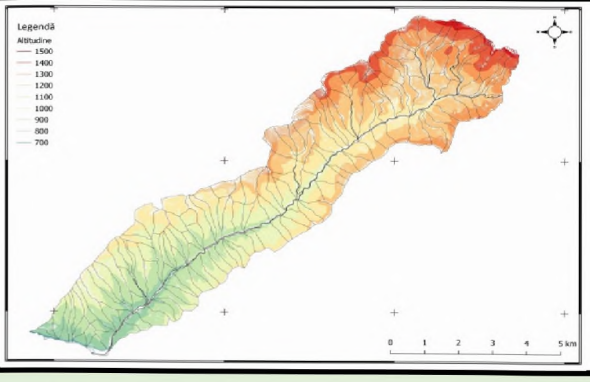
[a] Institutul Național de Cercetare Dezvoltare în Silvicultură „Marin Drăcea", Departamentul Amenajarea pădurilor şi Departamentul Monitorizarea pădurilor, Bd. Eroilor 128, 077190, Voluntari, România, cicsa_avram@yahoo.co.uk (A.C.), dobre.alexandruclaudiu@gmail.com (A.C.D.)

[b] Universitatea Transilvania din Braşov, Facultatea de Silvicultură și Exploatări Forestiere, Şirul Beethoven 1, 500123, Braşov, România, tudoran.george@unitbv.ro (G.M.T.), maria_boroeanu@yahoo.com (M.B.), sparchez@unitbv.ro (G.S.)

REPERE

- Altitudinea este un factor determinant al proprietăților fizico-chimice ale solului.
- Humusul se corelează statistic cu proprietățile fizico-chimice ale solului.
- Suma hidrogenilor schimbabili se corelează pozitiv cu altitudinea.

REZUMAT GRAFIC



INFORMAȚII ARTICOL

Istoricul articolului:
Manuscris primit la: 24 iulie 2021
Primit în forma revizuită: 18 noiembrie 2021
Acceptat: 18 noiembrie 2021
Număr de pagini: 14 pagini.

Tipul articolului:
Cercetare originală

Editor: Stelian Alexandru Borz

Cuvinte cheie:
Altitudine
Proprietățile solului
Humus
Azot
Reacția solului

REZUMAT

Prin aceste cercetări s-a urmărit determinarea variației caracteristicilor solurilor din Munții Gurghiu din România în raport cu altitudinea. Lucrările de cartare s-au realizat în etajul fitoclimatic al amestecurilor de fag cu răşinoase. Suprafața cercetată s-a stratificat în unități staționale omogene sub raport climatic, hidric şi trofic. La nivelul unităților staționale elementare identificate s-au amplasat 35 de profile principale de sol şi 46 de profile de control. Probele de sol recoltate din profilele principale au fost analizate în laborator. Proprietățile chimice se corelează semnificativ cu altitudinea. Valoarea pH-ului scade în orizontul A de la 5,5 (la altitudinea de 750 m) la 3,7 (la 1550 m), iar în orizontul B de la 6,2 la 4,7. De asemenea, capacitatea de schimb pentru baze, în orizontul A, scade de la 48 me/100 g sol la 27 me/100 g sol. Gradul de saturație în baze prezintă o tendință descrescătoare; în orizontul A scade de la 55% la 25%, iar în orizontul B, de la 70 la 30%. Prin regresie multiplă, proprietățile chimice determinate au fost introduse într-o ecuație care estimează humusul cu o abatere medie pătratică (RMSE) de 2,502.

* Autor corespondent. Tel.: +40-727-201-608.
Adresa de e-mail: tudoran.george@unitbv.ro

1. INTRODUCERE

În România, dintre pădurile amestecate, amestecurile de răşinoase cu fag au cea mai mare răspândire (22.38%), [1], ele fiind strâns legate de relieful muntos. Datorită condițiilor naturale, etajul amestecurilor de fag cu răşinoase prezintă o neuniformitate destul de accentuată în masivele muntoase din România.

Capacitatea staţiunii de a întreține o anumită vegetație forestieră se reflectă în vigoarea de creştere a speciilor forestiere care exprimă potențialul productiv al staţiunii [2]. Astfel că, indiferent de funcția pădurii sau de țelurile urmărite în gospodărirea ei, staţiunea forestieră devine o condiție pentru asigurarea stabilității pădurii, întrucât ea influențează starea de sănătate și vitalitatea arborilor și arboretelor.

Toate elementele componente ale staţiunilor forestiere cum sunt cele geologice, geomorfologice, edafice și climatice determină gradul de favorabilitate al staţiunilor pentru vegetația forestieră. Elementele edafice și climatice exprimă măsura în care staţiunea satisface cerințele ecologice ale arborilor şi, ca urmare, prezintă o importanță mai mare în determinarea gradului de favorabilitate al staţiunilor [3].

Solul este un element fundamental al staţiunii forestiere şi are rol în descompunerea materiei organice, în aprovizionarea cu apă şi în ciclul nutrienţilor, fiind un element important în dinamica arboretelor [4]. În formarea şi fertilitatea solurilor, intervin mai mulţi factori. Altitudinea, ca element geomorfologic, este un factor determinant pentru distribuția speciilor și a solurilor. Ea influențează formarea unui anumit tip de humus, celelalte proprietăți ale solului, precum și calitatea arborilor [3, 5-7]. Gradientul altitudinal este caracterizat și de precipitații și temperaturi diferite, care influențează descompunerea materiei organice și proprietățile chimice ale solului [8, 9]. Proprietățile chimice sunt influențate de natura materialului parental și de alte condiții de solificare [10]. De asemenea, altitudinea este un factor care influenţează carbonul din sol. Rata de acumulare a carbonului depinde de rata de acumulare a azotului, iar acumularea azotului depinde de fixarea lui biologică din atmosferă [11]. Azotul din sol este influenţat de condiţiile climatice, dar şi de proprietăţile fizice şi chimice ale solului [11]. Conţinutul de azot din sol scade cu altitudinea şi este strâns corelat cu bonitatea staţiunii şi cu creşterea plantelor [12, 13]. pH-ul solului este negativ corelat cu altitudinea [14-16]. Studiile au demonstrat că structura comunităţii microbiene este dirijată de pH-ul solului şi de raportul C/N odată cu creşterea altitudinii. Astfel, un nivel ridicat al pH-ului corespunzător altitudinilor joase poate fi corelat cu creşterea biomasei microbiene şi cu diversitatea bacterială [17]. Cationii de bază sunt într-o corelație negativă cu altitudinea, deoarece solurile din zona montană sunt mai acide și mai sărace în cationi bazici. Acest fapt se poate datora precipitațiilor [16, 18]. În schimb, capacitatea totală de schimb cationic din orizontul A înregistrează o corelație pozitivă cu altitudinea datorită resturilor vegetale din primii centimetri ai solului [16]. Caracteristicile humusului sunt principalele elemente care caracterizează tipul de sol sau fertilitatea acestuia şi ele reflectă condiţiile bioclimatice de formare a solului [19]. Tipurile de humus (mull, moder sau humus brut) variază în funcţie de climă, materialul parental [20, 21], de vârsta arboretului [22] sau de tipul de management [23, 24]. De asemenea, humusul este considerat un bun indicator al climatului din prezent şi din trecut [6, 7] pentru că este

rezultatul unor interacțiuni complexe între compoziţia arboretului, proprietăţile solului, condiţiile de mediu şi activităţile microorganismelor [17]. Humusul poate fi folosit pentru a evidenția și tendințele schimbărilor climatice [6].

Dacă proprietăţile solului sunt influenţate de condiţiile de relief, climatice, de vegetaţie, atunci ele ar trebui să prezinte valori diferite în raport cu factorii geomorfologici care ar conduce la diferențierea potențialului productiv al stațiunii și implicit a productivității arboretelor. Prin acest studiu s-a urmărit stabilirea unor corelații între caracteristicile solurilor și unul dintre principalii factori geomorfologici - altitudinea - care caracterizează stațiunile montane specifice amestecurilor de rășinoase cu fag.

2. MATERIALE ŞI METODE

Cercetările s-au efectuat în Munții Gurghiu, din Carpații Orientali din România, în Unitatea de producție IV Fâncel (46°47′59″ N, 25°9′22″ E) din Ocolul silvic Fâncel (**Figura 1**). Pădurile sunt situate la altitudini cuprinse între 700 şi 1600 m, pe roci vulcanice. În cuprinsul arboretelor se întâlnește o mare varietate a factorilor geomorfologici. Frecvent, însă, înclinarea terenului este cuprinsă între 25 și 35 grade, iar cele mai întâlnite expoziții sunt cele însorite şi parțial însorite.

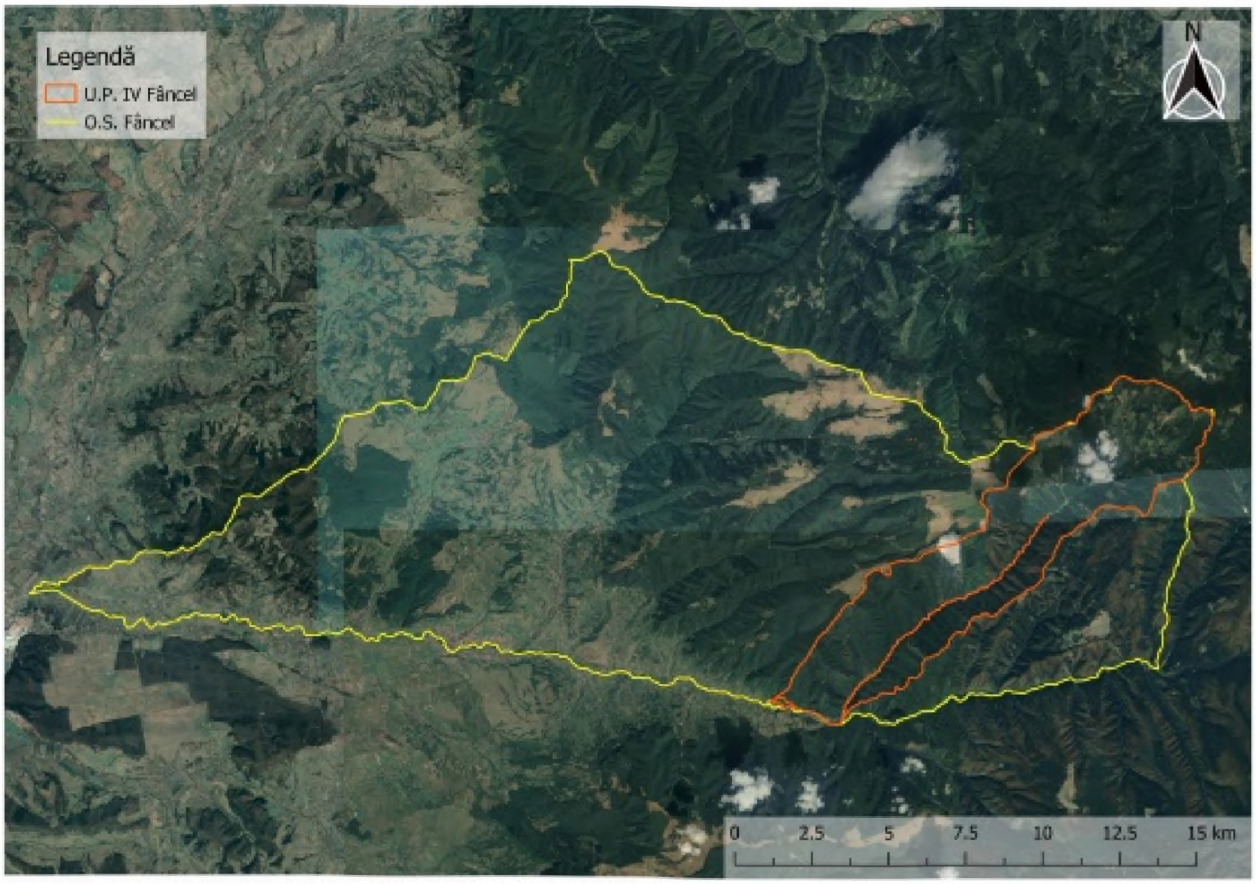


Figura 1. Zona de studiu cu amplasarea unității de producție cercetată

Pentru desfășurarea lucrărilor de teren s-a realizat o documentare din literatură despre condițiile fizico-geografice din zonă pe baza hărţilor geologice, geomorfologice şi pedologice [25]. A urmat studiul amenajamentelor silvice pentru a cunoaște informații despre fondul de producție al arboretelor din cuprinsul ocolului. Pe baza informațiilor din amenajamente (descrierea arboretelor și hărți tematice) s-a stratificat suprafața pădurii în raport cu altitudinea.

Observațiile de teren s-au realizat prin metoda cartării staţionale [26]. Lucrările de teren au constat în recunoaşterea şi caracterizarea unităţilor staţionale elementare omogene sub raportul însușirilor morfologice, fizice și chimice ale solurilor. Pentru simplificarea lucrărilor, s-a avut în vedere organizarea pădurii pe unități amenajistice, urmărindu-se ca în cuprinsul lor să se menţină aceleaşi condiţii staţionale. În general, schimbarea factorilor geomorfologici şi profunzimea solului au fost criterii care au determinat constituirea de noi unități amenajistice [27, 28]. În total, în cadrul suprafeţei experimentale s-au parcurs 429 de unităţi amenajistice. Unităţile amenajistice s-au grupat în unităţi omogene sub raport climatic, trofic şi hidric. După realizarea echivalenţei lor ecologice, zona de studiu a fost împărțită în unități omogene sub raportul condițiilor geomorfologice (forma de relief, altitudinea, poziţia pe versant, expoziţia şi înclinarea lor) şi edafice la nivelul cărora s-au amplasat 81 de profile de sol (35 profile principale de sol și 46 de profile de control). Numărul de profile s-a determinat statistic, în funcție de coeficientul de variație al proprietăților solurilor, acesta având o valoare medie de 30, astfel încât să asigure o eroare de cel mult 10%. Pentru fiecare profil de sol s-au înregistrat coordonatele geografice pentru a realiza o stratificare a profilelor de sol pe categorii altitudinale. Profilele au fost create cu lățimea de 80 cm și o lungime variabilă care a permis identificarea tipului și subtipului de sol, descrierea lui, colectarea probelor pentru analize din fiecare orizont și fotografierea acestuia.

Din cele 35 profile de sol s-au recoltat probe care s-au analizat în laborator pentru determinarea însușirilor fizico-chimice. Colectarea probelor de sol, din fiecare orizont, a fost realizată începând de la baza profilului. Probele de sol au fost recoltate din fiecare orizont de diagnostic şi au fost analizate în Laboratorele de Pedologie şi Staţiuni forestiere din cadrul Filialei Braşov a I.N.C.D.S. „Marin Drăcea" şi din cadrul Facultăţii de Silvicultură şi Exploatări Forestiere din Braşov. Separarea orizonturilor pe profil s-a realizat în funcție de culoare, structură și textură. Colectarea probelor de sol din fiecare orizont a fost realizată începând cu cel mai mic orizont al profilului și continuând în sus pe profil. Probele au fost colectate din mijlocul orizontului de diagnostic, cu excepția orizontului A. În cazul acestuia probele au fost colectate din întregul orizont, și la fel și în cazul orizonturilor mai mici de 10 cm. Tipurile de sol au fost stabilite pe teren și pe baza rezultatelor analizei de laborator. Analizele efectuate în laboratoare au propriul sistem de asigurare și control a calității prin participarea colectivelor de lucru la exerciții europene. Pregătirea probelor de sol s-a bazat pe metodele descrise în standardul ISO 11464. Probele au fost fie uscate la aer, fie uscate la cuptor la o temperatură de 40°C și depozitate până când au putut fi analizate chimic [16]. Prin analiza de laborator s-au determinat următoarele elemente: pH (în H_2O), procentul de humus (H), azot total (N), suma bazelor schimbabile (SB), suma hidrogenilor schimbabili (SH), capacitatea totală de schimb cationic (T = SB+SH), gradul de saturație în baze (V) și umiditatea (U). pH-ul solului a fost electro-chimic determinat în apă, iar citirea a fost făcută cu un pH-metru Thermo Orion 3. Pe baza caracteristicilor solurilor, a indicațiilor plantelor ierboase și a etajului arborilor s-au identificat mai multe tipuri de stațiuni dintre care reprezentativă este

3.3.3.3 Montan de amestecuri de productivitate superioară, eutricambosol și districambosol andic edafic mare (eutrofic - megafic, euhidric), cu Asperula-Dentaria.

SPSS Statistics Data Editor a fost folosit pentru analiza datelor. Relația dintre proprietățile solului şi factorii geomorfologici a fost studiată cu ajutorul testului ANOVA. Prin regresie multiplă, proprietățile chimice determinate au fost introduse într-o ecuație care estimează humusul din fiecare orizont al solului.

3. REZULTATE

3.1. Variația proprietăților solurilor în raport cu altitudinea

Proprietățile solurilor (H, pH, N, SB, SH, T, U, V) sunt condiționate de caracteristicile morfogenetice ale solurilor. Aceste proprietăți se corelează semnificativ cu altitudinea ($p = 0,01$), cu excepția umidității pentru care corelația este semnificativă doar în raport cu expoziția și înclinarea terenului. Azotul, la nivelul orizontului A, prezintă valori cuprinse între 0,4 și 1,1%. Acestea scad pe profil, astfel în orizontul B ajungând la valori cuprinse între 0,05 și 0,8. Procentul de azot la nivelul orizontului A prezintă o tendință descrescătoare pe măsură ce crește altitudinea (**Figura 2**).

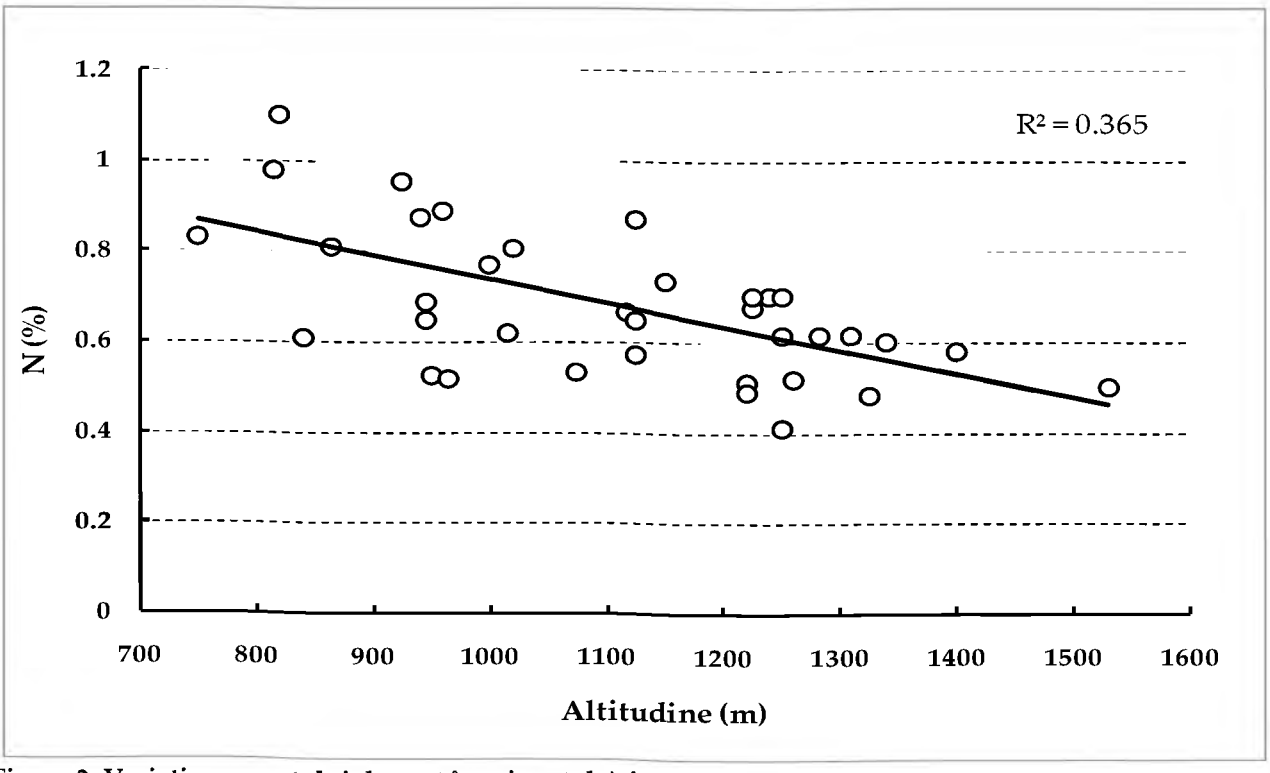


Figura 2. Variația procentului de azot în orizontul A în raport cu altitudinea

Valorile parametrilor chimici T, SB, V și pH se corelează statistic ($p < 0,01$) cu altitudinea (**Figura 3**). Valoarea pH-ului scade în orizontul A de la 5,5 (la altitudinea de 750 m) la 3,7 (la 1550 m), iar în orizontul B de la 6,2 la 4,7. Valorile medii ale sumei bazelor schimbabile scad în orizontul

A de la 20 la 10 me/100 g sol, iar în orizontul B de la 18 la 7. Capacitatea totală de schimb cationic, în orizontul A, scade de la 48 la 27 me/100 g sol, iar în orizontul B, de la 30 la 25. De asemenea, gradul de saturaţie în baze prezintă o tendinţă descrescătoare, în orizontul A scade de la 55% la 25%, iar în orizontul B, de la 70 la 30%.

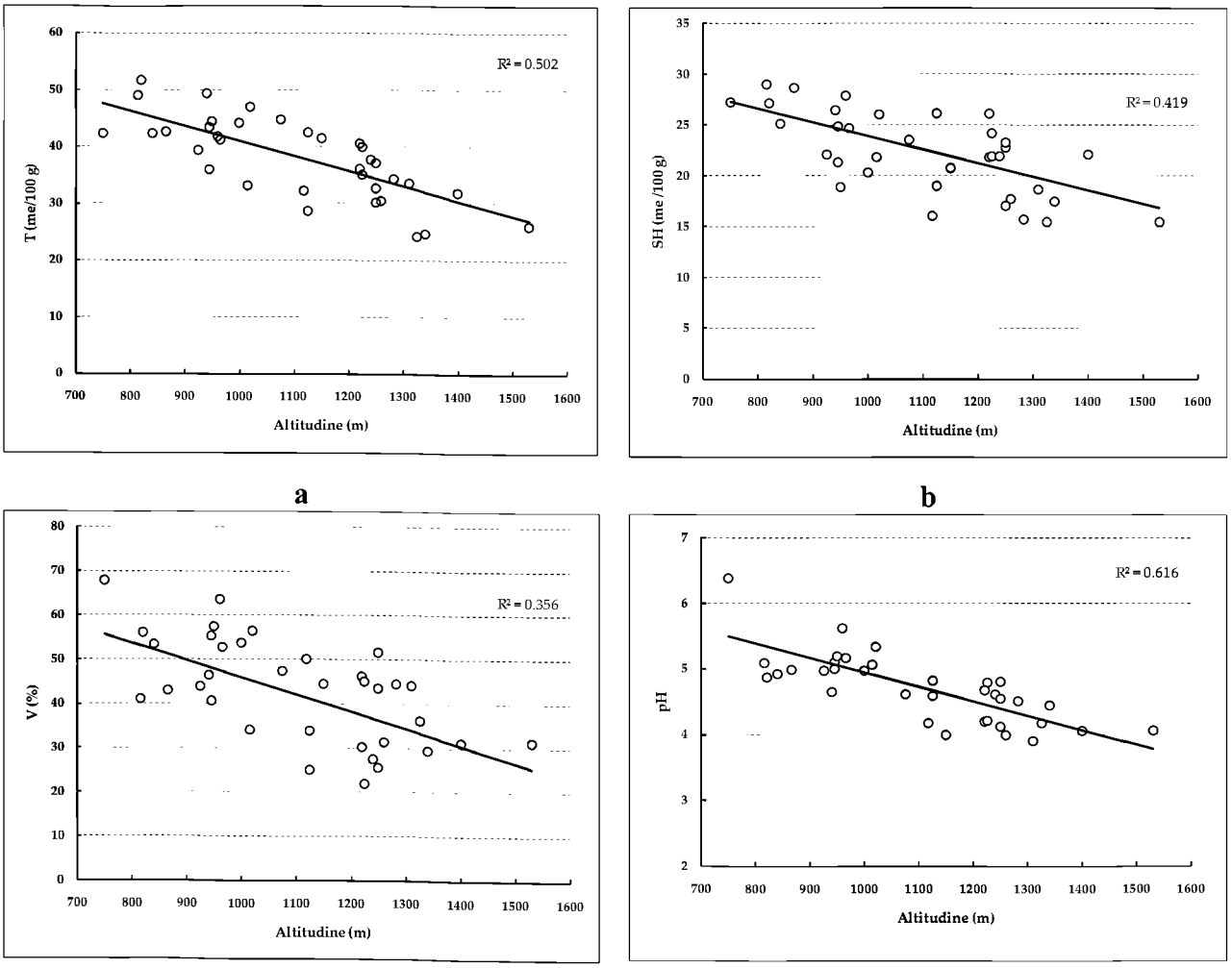


Figura 3. Variaţia capacităţii totale de schimb cationic (a), variaţia sumei bazelor de schimb (b), variaţia gradului de saturaţie în baze (c) şi a pH-lui (d) la nivelul orizontului A

Spre deosebire de ceilalţi indicatori, suma hidrogenilor schimbabili indică o creştere a valorilor în raport cu altitudinea, de la 5 (la 800 altitudine) la 25 me/100 g sol (la altitudini de 1500 m). SH creşte pe măsură ce procesele de levigare şi debazificare sunt mai intense ca urmare a creşterii altitudinii şi implicit a cantităţii de precipitaţii.

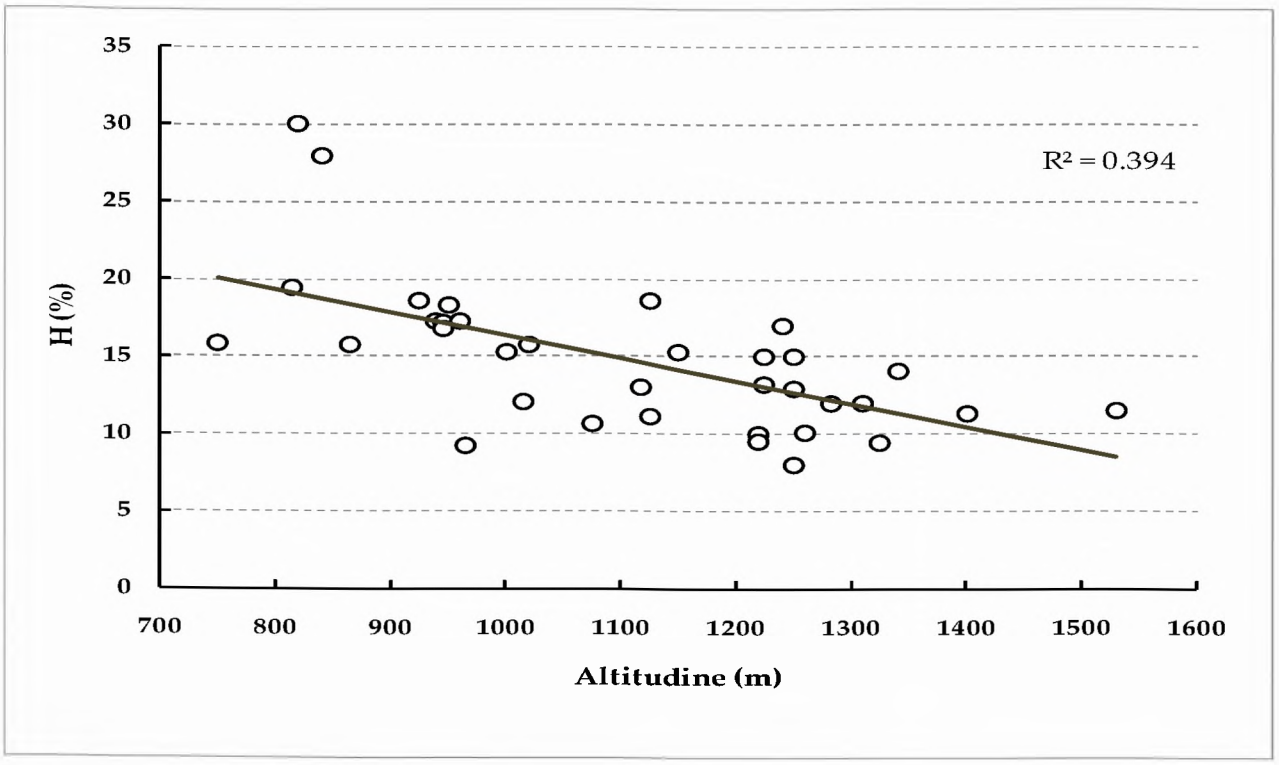


Figura 4. Variația procentului de humus în orizontul A în raport cu altitudinea

Humusul este de tip mull andic și mull-moder andic şi conține frecvent o cantitate de substanță organică în jur de 10% (2-30%). Cele mai mari valori prezintă orizontul A (8-30%). Acestea scad pe profil, în orizontul B fiind cuprinse între 2 și 10%. Humusul, la nivel de orizont prezintă, de asemenea, o tendință descrescătoare pe măsură ce crește altitudinea (**Figura 4**).

3.2 Relația dintre humus și celelalte proprietăți ale solului în raport cu altitudinea

Humusul exercită o importantă influență asupra celorlalte însușiri ale solului și determină nivelul potențialului productiv al solului. Valoarea humusului poate fi determinată la nivelul fiecărui orizont și indirect prin intermediul celorlalte însușiri ale solului determinate prin analiza de laborator (N, pH, SB, SH, T, V), cu ajutorul relației:

$$H = 10{,}122 \times N - 1{,}112 \times pH - 0{,}811 \times SB + 0{,}057 \times SH + 0{,}628 \times T + 0{,}255 \times V - 9{,}937 \quad (1)$$

în care:

H este procentul de humus al orizontului de diagnostic (%);
N – conținutul în azot al orizontului (%);
SB – capacitatea de schimb pentru baze (me/100 g sol);
SH – capacitatea de schimb pentru hidrogen (me/100 g sol);
T – capacitatea totală de schimb cationic (me/100 g sol);
V – gradul de saturație în baze (%) la pH = 8,3.

Tabelul 1 Semnificația statistică a parametrilor ecuației de regresie (Ecuația 1)

HUMUS	Termen liber	*N* (%)	*pH*	*SB* (me/100 g)	*SH* (me/100 g)	*T* (me/100 g)	*V* (%)	R^2	R^2 ajust.
Valoare p	0,005037	$2,8 \times 10^{-19}$	0,00145	0,000108	0,023492	$4,93 \times 10^{-9}$	$2,14 \times 10^{-5}$	0,793	0,789

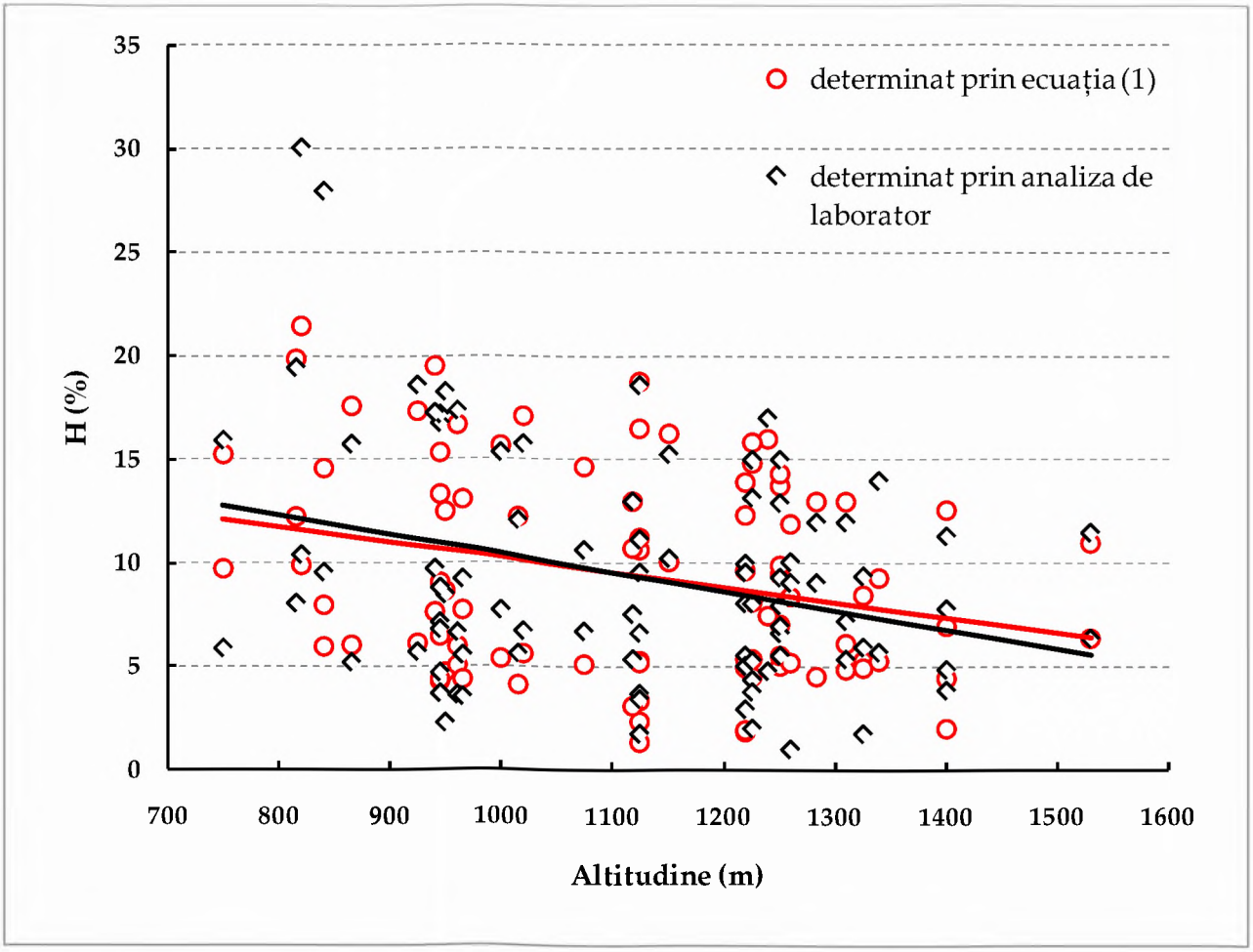
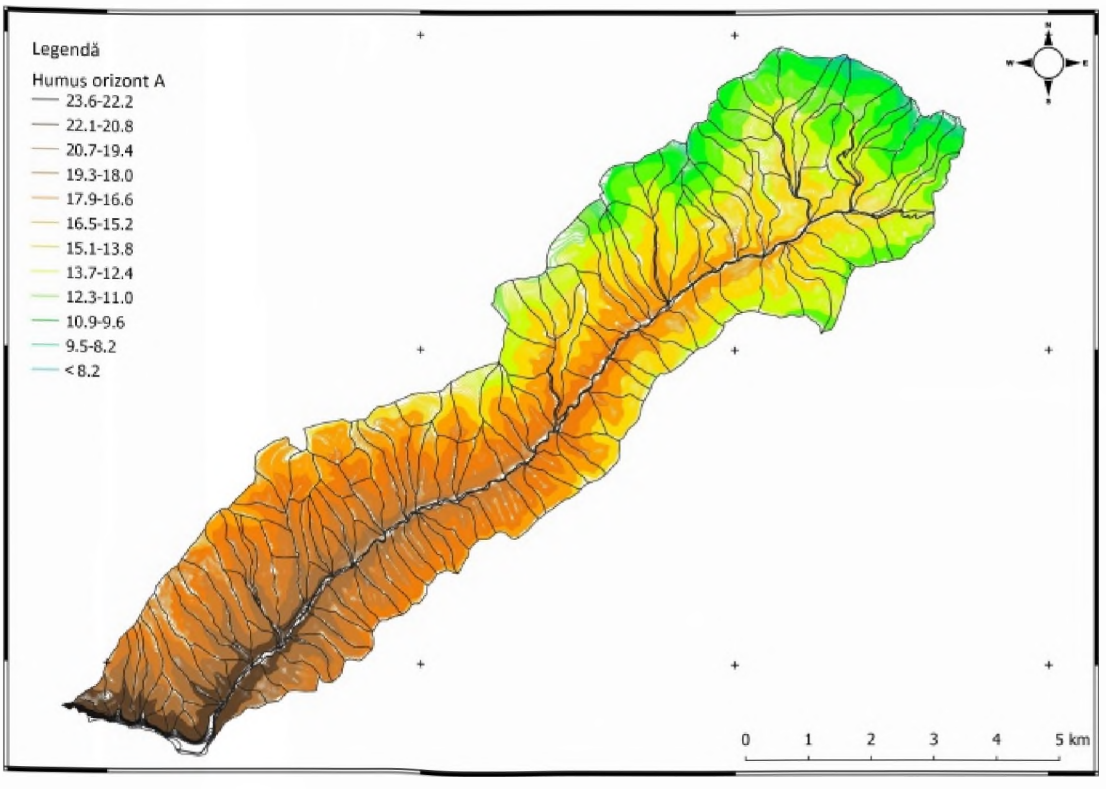
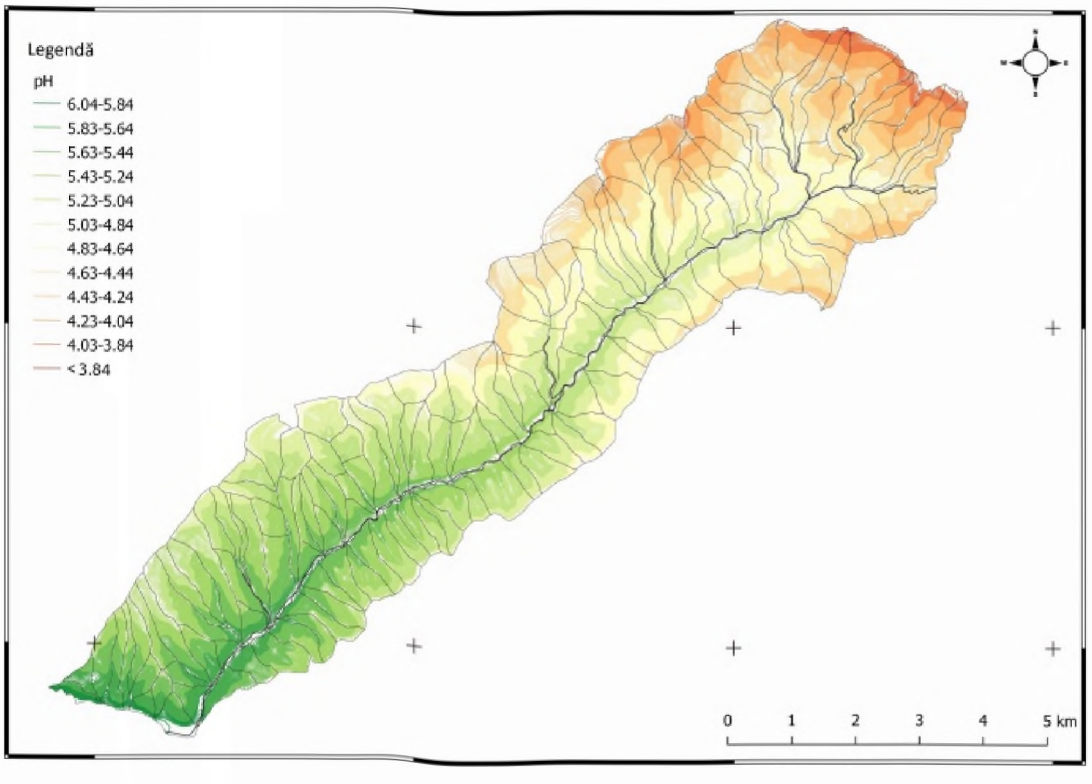


Figura 5. Valorile humusului (*H*, %) la nivelul orizonturilor de diagnostic determinate prin relația (1) comparativ cu cele determinate prin analiza de laborator (*RMSE* = 2,502)

Valorile obținute prin **Relația 1** sunt asigurate statistic ($p < 0,05$). Ele manifestă aceeași tendință ca şi cele determinate prin analiza de laborator (**Figura 5**), abaterea medie pătratică (*RMSE*) având o valoare de 2,502.



a



b

Figura 6. Distribuția humusului (a) și a pH-ului (b) în raport cu altitudinea în orizontul A. Procentul de humus scade cu 5% la fiecare 350 m (20% la altitudine de 750 m, 15% la 1100 m și 10% la 1450 m), iar pH-ul scade de la 5,9 (la 750 m altitudine) la 4,5 (la 1450 m altitudine)

În raport cu altitudinea s-au generat hărți ale principalelor însușiri ale solurilor. În **Figura 6** se prezintă doar harta distribuției humusului (**Figura 6a**) și a pH-ului (**Figura 6b**).

4. DISCUŢII

Acest studiu relevă faptul că proprietățile chimice ale solurilor sunt influențate de altitudine. Relațiile care evidențiază legătura dintre proprietățile solurilor și altitudine explică 26-62% din variația acestora în raport cu altitudinea (**Figurile 2** și **3**). Odată cu altitudinea se modifică condițiile climatice și ele afectează proprietățile fizice și chimice ale solului [9]. Aceste cercetări au evidențiat valori ale *SH* pentru solurile din zonă cuprinse între 5 (la altitudinea de 750) și 30 me/100g sol (la altitudinea de 1550 m). Valori de 30 - 35% pentru *SH* și humus, și de 12-18% pentru *pH* s-au înregistrat și în cazul eutricambosolurilor din diferite regiuni ale țării [16]. Cele mai mici valori în raport cu altitudinea s-au determinat în cazul gradului de saturație în baze, acesta prezentând valori medii cuprinse între 47-55%. Aceasta se explică prin creșterea *SH* ca urmare a intensificării proceselor de levigare pe măsură ce crește altitudinea de la 10 (altitudine 750 m) la 22 (altitudine 1500 m).

Prin alte cercetări, pentru *SH* s-au determinat valori de 16,95 me/100 g sol la altitudini de 900 m [16]. Creșterea *SH* se datorează și vegetației existente și anume a molidului a cărui proporție crește cu altitudinea, acesta având tendința de acidificare a solului [16]. Valoarea *pH*-ului este influențată de materialul parental și de tipul de vegetație [16, 29]. *pH*-ul și azotul se corelează negativ cu altitudinea [17]. Alte cercetări au evidențiat că altitudinea are un impact scăzut asupra conținutului de carbon și azot, vegetația fiind factorul principal care explică variația acestor proprietăți [11]. În majoritatea solurilor din Carpații Orientali au fost determinate procese incipiente de podzolire (criptospodice), puse în evidență de migrarea pe profil a complexelor humico-ferice și humico-aluminice. Aceasta sugerează, în cazul solurilor din Munții Gurghiu - Harghita, prezența unui nivel mai redus al caracteristicilor specifice andosolurilor tipice, astfel că aceste soluri ar putea fi încadrate în sistemul WRB sub numele de andosoluri spodice [30].

5. CONCLUZII

Schimbările de altitudine au un impact semnificativ asupra proprietăților solului. Acestea sunt relevante pentru adaptarea managementului arboretelor amestecate, așa încât amestecurile de specii care se promovează prin gospodărirea acestor arborete, la diferite altitudini, să valorifice sustenabil potențialul stațiunilor forestiere din zona cercetată. Altitudinea este un factor determinant în distribuția humusului și în variația celorlalte proprietăți ale solului. În orizontul A, altitudinea explică 39% din variația humusului, 36% din variația azotului, 50% din variația capacității totale de schimb cationic, 26% din variația sumei bazelor de schimb, 35% din variația gradului de saturație în baze și 62% din variația *pH*-lui. Proprietățile chimice ale solului, cu excepția sumei hidrogenilor schimbabili, sunt influențate negativ de către altitudine. Relația dintre proprietățile chimice ale solurilor și altitudine a fost evidențiată printr-un model, determinat prin regresie multiplă, care explică 79% din variația valorilor proprietăților în raport cu altitudinea.

Cercetările trebuie continuate pentru clarificarea încadrării acestor soluri ca un subtip andic al solurilor din zonă (Cambisoluri și Spodosoluri) sau ca un subtip al Andosolurilor.

MATERIALE SUPLIMENTARE

Nu este cazul.

FINANŢARE

Această lucrare nu a fost finanțată din exteriorul organizației.

MULŢUMIRI

Adresăm mulțumiri personalului Laboratoarelor de Pedologie și Staţiuni Forestiere din cadrul I.N.C.D.S. „Marin Drăcea", Filiala Braşov, și Facultății de Silvicultură și Exploatări Forestiere din Braşov pentru analiza chimică a probelor de sol.

CONFLICT DE INTERESE

Autorii nu declară niciun conflict de interese.

ANEXE

Nu este cazul

REZUMAT EXTINS – EXTENDED ABSTRACT

Title in English: *The influence of altitude on the physical and chemical properties of the soil in mixed beech-coniferous stands*

Introduction: *Soil is a fundamental element of the forest site and plays a role in the decomposition of organic matter, in the water supply, the nutrient cycle, and it is an important element in the dynamics of stands. In the formation and fertility of soils, several factors are involved. Altitude influences the formation of a specific type of humus and other soil properties, as well as the quality of trees. If the soil properties are influenced by the relief, climatic, and vegetation conditions, then they should have different values in relation to the geomorphological factors that would lead to the differentiation of the productive potential of the site and implicitly on the productivity of the stands. This study aimed to establish relations between soil characteristics and one of the main geomorphological factors - altitude - that characterizes the mountain sites specific to mixed beech-coniferous stands.*

Materials and methods: *This research was carried out in the Gurghiu Mountains, from the Eastern Carpathians of Romania, in the management unit IV Fâncel (46° 47'59" N, 25° 9'22" E) from the Fâncel Forest District. The forests are located at altitudes between 700-1600 m, on volcanic bedrock. In total, 429 compartments were traversed within the experimental area. From 35 soil profiles, samples were collected and analyzed in the laboratory to determine the physico-chemical properties. Soil samples were collected from each diagnostic horizon and were analyzed in the Laboratories of Pedology and Forest Sites within the Brasov Office of the I.N.C.D.S. "Marin Drăcea" and of the Faculty of Silviculture and Forest Engineering, Braşov. The laboratory analysis determined the following properties: pH (in H2O), percentage of humus (H), total nitrogen (N), the sum of exchange basis (SB), sum of exchangeable hydrogens (SH), total cationic exchange capacity (T = SB + SH), the base saturation degree (V), and humidity (U). Based on soil's characteristics, herbaceous plant indications, and tree layer, several types of sites were identified. SPSS Statistics Data Editor was used for data analysis. The relation between soil properties and geomorphological factors was*

studied using the ANOVA test. The determined chemical properties were introduced into a multiple regression equation that estimates the humus content.

Results: *Soil properties (H, pH, N, SB, SH, T, U, V) are conditioned by the morphogenetic characteristics of soils. These properties were significantly correlated with altitude (p = 0.01), except for humidity, for which the correlation was significant only in relation to the aspect and inclination of the terrain. N, at the level of horizon A, was between 0.4 and 1.1%. These values decreased in profile; thus, in horizon B, values reached between 0.05 and 0.8%. The percentage of nitrogen at horizon A showed a decreasing trend as the altitude increased. The average values of SB decreased in horizon A from 20 to 10, and in horizon B from 18 to 7 me/100 g soil. The value of humus can be estimated by the regular procedures at the level of each horizon, as well as indirectly by the use of equation* $H = 10.122 \times N - 1.112 \times pH - 0.811 \times SB + 0.057 \times SH + 0.628 \times T + 0.255 \times V - 9.937$.

Discussion: *With altitude, climatic conditions change, and they affect the physical and chemical properties of the soils. Our study revealed SH values for soils in the range between 5 (750 m a.s.l.) and 30 me/100g soil (1550 m a.s.l.). Values of 30-35% for SH and humus and of 12-18% for pH were also recorded for eutric Cambosols in different regions of the country. The lowest values in relation to altitude were determined in the case of V (average 47-55%). This finding is explained by the increment of SH as a result of the intensification of leaching processes as the altitude increased. It ranged from 10 (750 m a.s.l.) to 22 (1500 m a.s.l.).*

Conclusions: *Altitude is a determining factor in the distribution of H and in the variation of other soil properties. The relation that highlights the association between soil properties and altitude explained 26-62% of their variation. In horizon A, the altitude explained 39% of the H variation, 36% of the N variation, 50% of the T variation, 26% of the SB variation, 35% of the V variation, and 62% of the pH variation. The chemical properties of the soil, with the exception of SH, were negatively influenced by altitude. The relation between the chemical properties of soils and altitude was described by a model built by multiple regression which explained 79% of their variation in relation to altitude.*

Keywords: *altitude, soil properties, humus, Nitrogen, pH*

REFERINŢE

1. IFN, 2018: Informaţii rezultate din al doilea ciclu (2013 - 2018) al IFN. Disponibil online la: http://roifn.ro/site/ifn-ciclul-ii/ (accesat în iulie 2021).

2. Chiriţă C., Vlad I., Păunescu C., Pătrăşcoiu N., Roşu C., Iancu I., 1997: Staţiuni forestiere. Editura Academiei Republicii Socialiste România, Bucureşti, România, pp. 30-31.

3. Târziu D., Spârchez Gh., 2013: Soluri şi Staţiuni Forestiere. Editura Universităţii Transilvania, Braşov, România, ISBN 978-606-19-0260-6, pp. 172-178.

4. Meyer M.D., North M.P., Gray A.N., Zald H.S.J., 2007: Influence of soil thickness on stand characteristics in a Sierra Nevada mixed-conifer forest. Plant Soil, 294, 113-123, doi 10.1007/s11104-007-9235-3.

5. Spârchez Gh., Târziu D.R., Dincă L., 2011: Pedologie. Editura Lux Libris: Braşov, Romania, ISBN 978-973-131-106-7, 292 p.

6. Ponge J.F., Jabiol B., Gégout J.C., 2011: Geology and climate conditions affect more humus forms than forest canopies at large scale in temperate forests. Geoderma, 162, 187-195. doi: 10.1016/j.geoderma.2011.02.003.

7. Bayranvand M., Kooch Y., Hosseini S.M., Alberti G. 2017: Humus forms in relation to altitude and forest type in the Northern mountainous regions of Iran. Forest Ecology and Management, 385, 78-86. doi: 10.1016/j.foreco.2016.11.

8. Saeed S., Barozai M.Y.K., Ahmad A., Shah S.H., 2014: Altitude on Soil Physical and Chemical Properties in Sra Ghurgai (Takatu mountain range) Quetta, Balochistan. Int. J. Sci. Eng. Res., 5(3), 730-735.

9. Fan S., Sun H., Yang J., Qin J., Shen D., Chen Y. 2021: Variations in Soil Enzyme Activities and Microbial Communities along an Altitudinal Gradient on the Eastern Qinghai - Tibetan Plateau. Forests, 12, 681. https://doi.org/10.3390/ f12060681.

10. Enache R.D., Spârchez Gh., 2012: The variation of the chemical properties of eutricambosoils and luvosoils of the foresty land from the Ialomiţa Subcarpathians. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry - Wood Industry - Agricultural Food Engineering, 4(53), 91-98.

11. Shedayi A.A., Xu M., Naseer I., 2016: Khan, B. Altitudinal gradients of soil and vegetation carbon and nitrogen in a high-altitude nature reserve of Karakoram ranges. Springerplus, 5, 320-334. doi: 10.1186/s40064-016-1935-9.

12. Keeney D.R., 1980: Prediction of soil nitrogen availability in forest ecosystems: a literature review. Forest Science, 26, 159-171.

13. Zhang S., Chen D., Sun D., Wang X., Smith J.L., Du G., 2012: Impacts of altitude and position on the rates of soil nitrogen mineralization and nitrification in alpine meadows on the eastern Qinghai-Tibetan Plateau, China. Biol. Fertil. Soils, 48(4), 393-400. doi: 10.1007/s00374-011-0634-5.

14. Dincă L., Spârchez G.H., Dincă M., Blujdea V., 2012: Organic carbon concentrations and stocks in Romanian mineral forest soils. Annals of Forest Research, 55(2), 229-241.

15. Charan G., Bharti V.K., Jadhav S.E., Kumar S., Acharya S., Kumar P., Gogoi1 D., Srivastava, R.B., 2013: Altitudinal variations in soil physico-chemical. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 13(2), 267-277, doi.org/10.4067/S0718-95162013005000023.

16. Spârchez Gh., Dincă L.C., Marin G., Dincă M., Enescu R.E., 2018: Variation of eutric cambisols' chemical properties based on altitudinal and geomorphologic zoning. Environmental Engineering and Management Journal, 16(12), 2911-2918. doi: 10.30638/eemj.2017.300.

17. Bayranvand M., Akbarinia M., Salehi Jouzani G., Gharechahi J., Alberti G., 2021: Dynamics of humus forms and soil characteristics along a forest altitudinal gradient in Hyrcanian forest. iForest, 14, 26-33, doi: 10.3832/ifor3444-013.

18. Tavant Y., Tavant H., Bruckert S., 1994: Change in organic-carbon concentrations as function of soil properties and altitude in French Jura. Geoderma, 61, 133-141.

19. Kostenko I.V., 2017: Relationships between Parameters of the Humus Status of Forest and Meadow Soils and Their Altitudinal Position on the Main Crimean Range. Soil Science, 50(2), 515-525.

20. Sadaka N., Ponge J.F., 2003: Climatic effects on soil trophic networks and the resulting humus profiles in holm oak (*Quercus rotundifolia*) forests in the High Atlas of Morocco as revealed by correspondence analysis. Eur. J. Soil Sci, 54, 767-777, doi: 10.1046/j.1365-2389.2003.00566.x.

21. Ponge J.P., Chevalier R., 2006: Humus Index as an indicator of forest stand and soil properties. Forest Ecology and Management, 233, 165-175, doi.org/10.1016/j.foreco.2006.06.022.

22. Aubert M., Bureau F., Alard D., Bardat J., 2004: Effect of tree mixture on the humic epipedon and vegetation diversity in managed beech forests (Normandy, France). Canadian Journal of Forest Research, 34, 233-248, doi: 10.1139/x03-205.

23. Covington W.W., 1981: Changes in forest floor organic matter and nutrient content following clear cutting in northern hardwoods. Ecology, 62, 41-48.

24. Bragă C., Spârchez Gh., 2015: The influence of forest management on the amount of litter organic carbon in beech forests. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry - Wood Industry - Agricultural Food Engineering, 57 (1), 1-6.

25. Tudoran G.M., Zotta M., 2020: Adapting the planning and management of Norway spruce forests in mountain areas of Romania to environmental conditions including climate change. Science of the Total Environment, 698, Article 133761, doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.133761

26. Cicșa A., Tudoran G.-M., Borocanu M., Dobre A.-C., Spârchez G., 2021: Estimation of the Productivity Potential of Mountain Sites (Mixed Beech-Coniferous Stands) in the Romanian Carpathians. Forests, 12, 549, doi.org/10.3390/f12050549.

27. Carcea F., Tudoran G.M., 2012: Functional zoning of the forests included in protected natural areas. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry - Wood Industry - Agricultural Food Engineering, 5(54)2, 7-14.

28. Tudoran G.M., 2013: Regulations regarding the management of forests included in natural protected areas. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry - Wood Industry - Agricultural Food Engineering, 6(55)1, 33-38.

29. Blonska E., Jaroslaw L., 2017: Soil organic matter accumulation and carbon fractions along a moisture gradient of forest soils. Forests, 8, 448, doi:10.3390/f8110448.

30. Jakab S., Fazakas C., Fuleky G., 2011: Andosols of the East Carpathian volcanic range. Acta Univ. Sapientiae Agric. Environ., 3, 110-121.

Revista Pădurilor 136(4) (2021) 001-046

Revista Pădurilor

disponibil online la: www.revistapadurilor.com

Gradientul indicelui de stare al lucrărilor hidrotehnice transversale utilizate în amenajarea albiilor torențiale

Alin-Lucian Mihalache[a,b*], Ioan Clinciu[b], Șerban Octavian Davidescu[a], Nicu Constantin Tudose[a], Mirabela Marin[a], Cezar Ungurean[a], Adriana Agafia Davidescu[a], Oana Nicoleta Tudose[a]

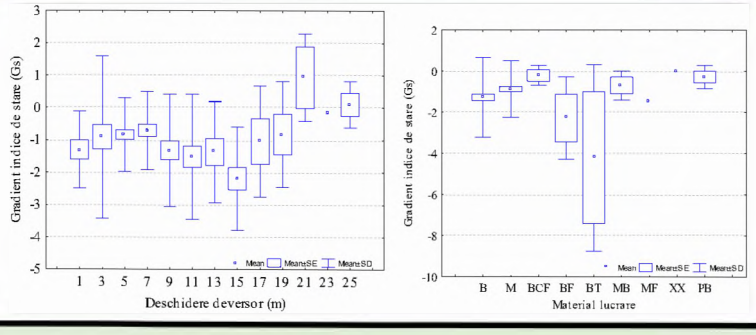
[a]Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare în Silvicultură „Marin Drăcea", Strada Cloșca 13, Brașov 500040, România, mihalache.alin.93@gmail.com (A.L.M.), serydavidro@yahoo.com (Ș.O.D.), cntudose@yahoo.com (N.C.T.), mirabelamarin@yahoo.com (M.M), ucezar@yahoo.com (C.U.), agafiadavidescu@yahoo.com (A.A.D.), oanatodoni@yahoo.com (O.N.T.).

[b]Universitatea Transilvania din Brașov, Facultatea de Silvicultură și Exploatări Forestiere, Departamentul de Exploatări Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre, Șirul Beethoven 1, Brașov 500123, România, ioan_clinciu@yahoo.com (I.C.).

REPERE

- Starea fizică a lucrărilor hidrotehnice transversale se degradează.
- Caracteristicile amplasamentului și ale lucrării influențează degradarea.
- Gradientul indicelui de stare redă ritmul mediu anual în care avansează degradarea.

REZUMAT GRAFIC



INFORMAȚII ARTICOL

Istoricul articolului:
Manuscris primit la: 04 octombrie 2021
Primit în forma revizuită: 21 noiembrie 2021
Acceptat: 21 noiembrie 2021
Număr de pagini: 16 pagini.

Tipul articolului:
Cercetare originală

Editor: Stelian Alexandru Borz

Cuvinte cheie:
Lucrări hidrotehnice transversale
Indice de stare
Gradientul indicelui de stare

REZUMAT

Prin lucrarea de față este studiată evoluția stării fizice a lucrărilor hidrotehnice transversale utilizate în amenajarea albiilor torențiale prin prisma unui indicator denumit gradientul indicelui de stare. Au fost luate în considerare 285 de lucrări hidrotehnice transversale situate în 14 bazine hidrografice torențiale din cuprinsul a 8 mari bazine hidrografice ale României. Pentru toate aceste lucrări, care au fost inventariate în două etape succesive, s-au reconstituit evenimentele comportamentale produse și s-au determinat indicele de stare și gradientul indicelui de stare. În urma prelucrării statistice a datelor, valorile medii ale gradientului indicelui de stare au evidențiat ritmul degradării lucrărilor, acesta fiind mai accentuat la lucrările amplasate pe cursurile torențiale din bazinele aflate la altitudine ridicată, la lucrările amplasate în treimea inferioară a sectorului de albie amenajat, la lucrările ale căror deversoare au deschideri reduse, la piesele de înălțime redusă, sau la cele recent puse în operă.

* Autor corespondent. Tel.: +40-730-852-802
Adresa de e-mail: mihalache.alin.93@gmail.com

1. INTRODUCERE

După cum este cunoscut, pentru a reduce impactul asociat al viiturilor torențiale și proceselor erozionale, practica inginerească recurge la măsuri și lucrări de amenajare hidrologică și antierozională a versanților bazinelor hidrografice torențiale precum și la lucrări de amenajare hidrotehnică a rețelei hidrografice torențiale [1-10]. Lucrările hidrotehnice transversale, al căror rol este de primă importanță în această acțiune, sunt supuse unor factori de stres încă de la punerea în operă [3, 4]. De aceea, evoluția stării fizice a acestora trebuie să fie monitorizată în tot intervalul de exploatare a lucrărilor, astfel încât deficiențele survenite pe parcurs să fie remediate în conformitate cu prevederile referitoare la mentenanța lucrărilor [3, 11-18]. Pe acest palier al preocupărilor, pornind de la Normele tehnice elaborate sub egida fostului Minister al Silviculturii [12, 19], cercetarea științifică s-a focalizat către o nouă nișă și către abordări metodologice inovative ce s-au soldat cu rezultate având numeroase elemente de noutate și originalitate [12-14, 16, 18, 19].

Astfel, de la cercetarea bazată pe simpla observare vizuală pe teren a lucrărilor [4, 11, 12, 19] s-a trecut la o paradigmă nouă, fenomenologia comportării fiind abordată pentru prima dată din perspectivă statistică, la scară bazinală și populațională, după o perioadă relativ îndelungată de funcționare a lucrărilor (25 - 30 de ani). În acest cadru nou de abordare, a fost introdus și validat conceptul de „evenimente comportamentale asociate părților de lucrare", s-a realizat o sistematizare tipologică, pe două grupe, a evenimentelor comportamentale, iar pentru fiecare eveniment din fiecare grupă s-a făcut o caracterizare sintetică [13-17, 20]. De asemenea, s-a recurs la o cercetare exploratorie aprofundată privind intensitatea principalelor evenimente comportamentale, având drept elemente de originalitate [13-18, 21, 22] criteriile de apreciere a intensității, stabilite pentru fiecare eveniment în parte, scările de evaluare a intensității, corespunzătoare acestor criterii, metodologia de estimare a intensității globale a evenimentelor, bazată pe utilizarea simultană a câte două criterii, analiza concordanței dintre distribuțiile experimentale privind intensitatea evenimentelor și trei dintre cele mai cunoscute distribuții teoretice (normală, Charlier - tip A și Beta) [13-15].

În sfârșit, pentru o mai bună organizare și desfășurare a activităților de monitorizare și de mentenanță a fost găsită o modalitate de a exprima, în termeni cantitativi, măsura în care efectul combinat al tuturor evenimentelor comportamentale înregistrate în perioada de funcționare a lucrărilor se reflectă în starea fizică a acestora. În urma acestei abordări inovative a fost definit și introdus în literatura de specialitate conceptul de „indice de stare al lucrărilor" [17-19, 21] iar mai recent „gradientul indicelui de stare" [23, 24]. Cu ajutorul celor două mărimi se poate caracteriza vulnerabilitatea fizică a unei lucrări hidrotehnice transversale aflată sub impactul viiturilor torențiale și al acțiunii altor factori de mediu, atât la momentul unei inventarieri cât și în intervalul dintre două inventarieri succesive. Pentru a completa și întregi exemplificarea acestui nou mod de abordare, expus de noi în lucrarea „Gradientul indicelui de stare al lucrărilor hidrotehnice transversale utilizate în amenajarea albiilor torențiale, indus de unele avarii ale lucrării propriu-zise" [25], în cele ce urmează ne-am propus să argumentăm cu dovezi statistice care dintre caracteristicile amplasamentului și care dintre caracteristicile lucrării se regăsesc reflectate în valorile gradientului indicelui de stare.

2. MATERIALE ŞI METODE

Cele 285 de lucrări hidrotehnice transversale luate în studiul de față sunt cuprinse în inventarul național al lucrărilor de corectare a torenților (abht.ro) și au fost reinventariate între anii 2016 și 2020 (**Tabelul 1**). Ele sunt amplasate pe cursurile a 49 de pâraie torențiale din 14 bazine hidrografice torențiale, localizate în opt dintre marile bazine hidrografice ale României (**Figura 1**).

Tabelul 1. Specificații privind lucrările reinventariate

Marele bazin hidrografic	Bazinul hidrografic torențial / Perimetrul de ameliorare	Anul primei inventarieri	Anul celei de-a doua inventarieri	Perioada între inventarieri (ani)	Numărul de lucrări
Tisa	Pârâul Repedea	2011	2017	6	29
Someș	Perimetrul Rebra Mare	2009	2017	8	7
Crișuri	Valea Crăiasa	2009	2017	8	51
Banat	Valea Beiului	2011	2017	6	20
Jiu	Valea Sohodol Runcu	2011	2016	5	17
	Valea Cetății	2009	2016	7	11
Olt	Pârâul Adânca de Jos	2009	2017	8	12
	Pârâul Tigăile	2009	2019	10	47
	Pârâul Vidaș	2009	2020	11	5
	Pârâul Zimbru	2009	2020	11	17
	Pârâul Tesla	2009	2019	10	13
	Valea Dracului	2009	2019	10	20
Ialomița	Valea Vârdaleș	2011	2017	6	19
Dunăre	Valea Jidoștița	2011	2017	6	17

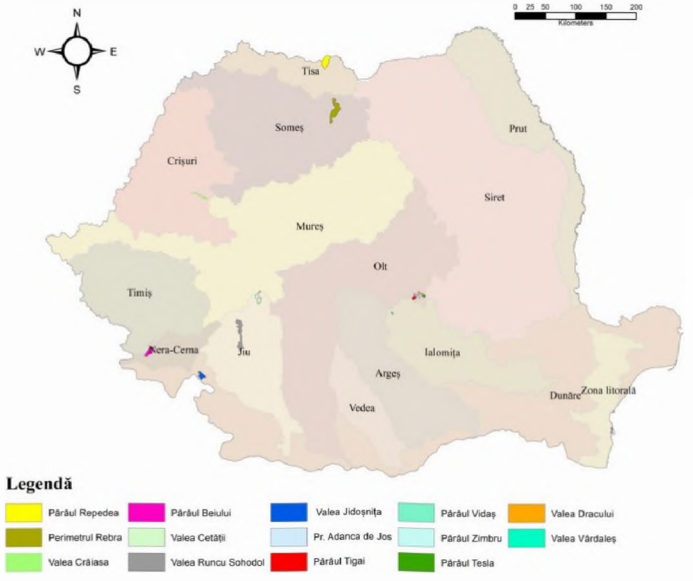


Figura 1. Localizarea bazinetelor luate în studiu

Numărul lucrărilor (285) a fost adoptat în concordanță cu volumul populației de lucrări din inventarul amintit [26] (5200 de piese inventariate), ținându-se seama de coeficientul de variație

specific fenomenului [14, 15, 18], de toleranța admisă de 10% și de probabilitatea de garantare a rezultatelor de 90% [27]. Gradientul indicelui de stare (*Gs*), instrument care redă evoluția stării fizice a lucrărilor hidrotehnice transversale într-o perioadă de timp dată, a fost obținut din raportarea diferenței indicilor de stare (**Ecuația 1**) aferenți celor două inventarieri succesive (**Tabelul 1**) la numărul de ani ai perioadei.

$$Gs = \frac{Ys_{(2)} - Ys_{(1)}}{N} \quad (1)$$

Unde:

Gs este gradientul indicelui de stare; $Ys_{(2)}$ - indicele de stare obținut la al doilea inventar; $Ys_{(1)}$ - indicele de stare obținut la primul inventar; *N*- durata de timp dintre inventarieri (ani).

Pentru calculul indicilor de stare (implicit al intensității evenimentelor din perioada de exploatare a lucrărilor) a fost folosită metodologia aplicată în studiile precedente privitoare la cuantificarea avariilor și disfuncționalităților apărute asupra lucrărilor hidrotehnice transversale, această metodologie suferind în decursul timpului diverse reformulări, completări și ajustări [3, 4, 11-14, 6-22, 24]. Relația care exprimă starea lucrărilor printr-un indice unic este (**Ecuația 2**) [18, 20-22]:

$$YS = 100 - \frac{100 \cdot Y_A}{Y_A^{REF}} \quad (2)$$

Unde:

YA- indicele de avariere; Y_A^{REF}- valoarea maximă teoretică a indicelui de avariere (31,321 pentru lucrările transversale cu radier şi 46,391 pentru lucrările transversale fără radier).

Pentru determinarea semnificațiilor statistice ale parametrilor luați în analiză s-a aplicat testul Anova (Statistica 7) în cazul datelor omogene (testul Levene) și testul Kruskal-Wallis pentru variabilele care nu prezintă omogenitate a datelor, pragul de semnificație ales fiind de 0,05.

Categoriile definite pentru efectuarea semnificațiilor statistice pentru fiecare parametru analizat au fost alese astfel încât să evidențieze într-un spectru cât mai larg comportamentul lucrărilor hidrotehnice transversale. Astfel, lucrările au fost încadrate în opt categorii reprezentând marile bazine de apartenență iar conform clasificării uzuale ale lucrărilor s-au evidențiat trei categorii. Semnificația statistică a deschiderii deversorului a fost făcută pe categorii de 2 metri lungime, respectiv 5 metri pentru a evidenția legătura cu gradientul indicelui de stare și înălțimea lucrării, regresia liniară oferind cel mai convenabil coeficient de determinație. Vârsta lucrărilor a fost încadrată pe categorii de 5 ani pentru a evidenția concret vulnerabilitatea în raport cu perioada în care au fost puse în operă lucrările iar materialele de construcție au fost încadrate în 9 categorii.

3. REZULTATE

3.1. Gradientul indicelui de stare în raport cu poziția geografică a lucrărilor

Lucrările hidrotehnice transversale luate în studiu, având o poziționare geografică diferită pe teritoriul țării, sunt caracterizate prin condiții de amplasare extrem de variate în privința mărimii bazinului de recepție aferent, a substratului geologic, a lățimii albiei, a regimului de precipitații ș.a., ceea ce se reflectă, după cum era de așteptat, în vulnerabilitatea fizică a acestor lucrări,

respectiv în valorile diferite ale indicelui de stare și ale gradientului indicelui de stare. Chiar și în urma unei analize sumare a datelor din **Anexa 1** pot fi remarcate variațiile indicelui de stare mediu și în special ale mediilor gradientului indicelui de stare, atât la nivelul (superior) de mare bazin hidrografic de apartenență, cât și la nivelul (inferior) de bazin hidrografic torențial amenajat. Astfel, în funcție de marele bazin hidrografic de apartenență, lucrările cele mai afectate au fost găsite în bazinul Jiului, unde cele 28 de lucrări hidrotehnice transversale au înregistrat descreșteri ale indicelui de stare cu o valoare medie de –17,64 unități; la polul opus sunt situate lucrările din bazinul hidrografic al Dunării, unde în cazul celor 17 lucrări, a fost observată o îmbunătățire a stării fizice, cu o valoare medie de 0,68. Din perspectiva valorilor medii ale gradientului indicelui de stare, lucrările hidrotehnice transversale din marele bazin hidrografic Olt (Bazinul hidrografic Tărlung - amonte de acumularea Săcele) s-au dovedit a înregistra cele mai importante degradări ale stării fizice, cu o valoare medie de –2,38 unități/an; la această degradare au contribuit și debitele generate de precipitațiile căzute la finalul lunii iulie 2018 [28], cu un total de 205 mm în decursul a numai trei zile.

a b

Figura 2. Lucrarea 170 BF 2,0 - Valea Repedea: a - înainte de viiturile din anul 2012 (Anul 2010 (Foto: Davidescu), *Ys* = 78,62); b - după viiturile din anul 2012 (Anul 2017 (Foto: Mihalache), *Ys* = 41,98)

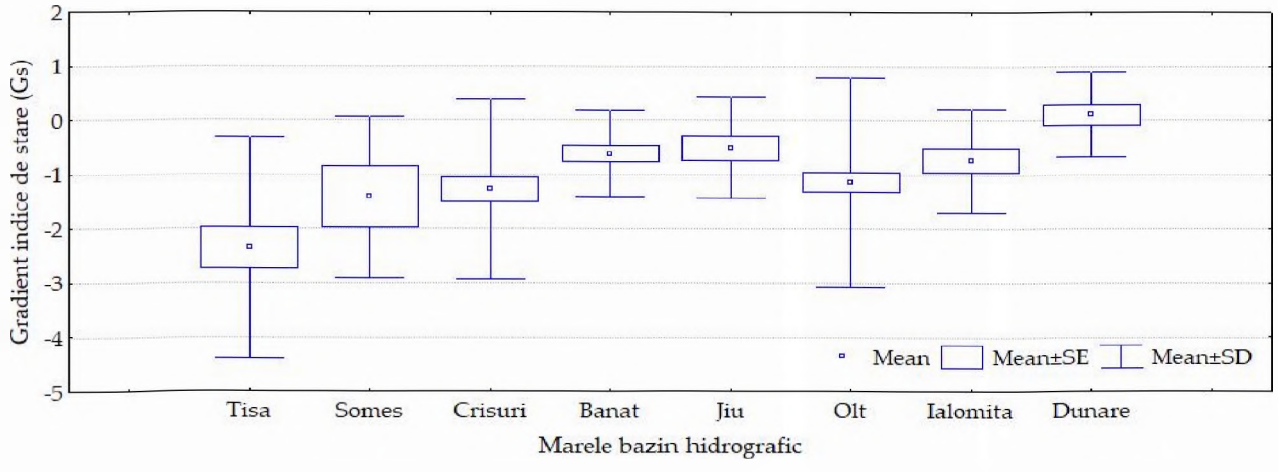


Figura 3. Variația gradientului în raport de marele bazin hidrografic de apartenență. Legenda: Mean - valoarea medie, SE - eroarea standard a mediei, SD - abaterea standard

Și lucrările hidrotehnice transversale din marele bazin hidrografic Tisa (**Anexa 1**) se prezintă cu un grad avansat de degradare, valoarea medie a gradientului fiind de –2,35 unități/an. La deprecierea stării, în acest caz au contribuit în special viiturile care au avut loc la un an după punerea în operă a ultimelor lucrări hidrotehnice transversale; la aceste piese, care au fost surprinse incomplet aterisate, impactul debitelor din anul 2012 a fost atenuat de însuși corpul fiecărei lucrări, rezultând astfel avarii complexe asupra zonei deversate a lucrărilor. Exemplul cel mai relevant este oferit de lucrarea 170 BF - Valea Repedea, unde între cele două inventarieri succesive (2011 și 2017) au fost înregistrate majorări la diverse avarii după cum urmează: +70% desprindere zonă deversată, majorare eroziune cu 10 cm pe 30% din suprafață, desprinderea a 50% din radier, desprinderea totală a zidurilor de conducere, afuiere de 120 cm pe 100% din deschiderea radierului (**Figura 2**).

Pe lângă variațiile gradientului pe mari bazine hidrografice (p = 0,001, test non-parametric Kruskal-Wallis), s-au identificat variații și la nivelul lucrărilor din același bazinet torențial. Astfel, la lucrările localizate pe Pârâul Tesla, gradientul indicelui de stare pentru cele 13 lucrări a înregistrat valori cuprinse între –14,3 și 1,64 unități/an, iar în cazul lucrărilor de pe Valea Adânca de Jos pentru cele 12 lucrări au rezultat valori cuprinse în intervalul –7,91 și 2,37 unități/an. O amplitudine mai redusă a gradientului (de la –1,51 la –0,69 unități/an) s-a regăsit pentru cele patru lucrări localizate pe Pârâul Tigăile - Cracul Stâng, precum și în cazul Pârâului Ferencz, unde gradientul celor 10 lucrări a înregistrat valori de la –1,51 la 0. Pe baza testelor statistice aplicate s-a putut demonstra că există diferențe semnificative între evoluția stării lucrărilor din diferite bazine hidrografice, gradientul mediu pentru lucrările inventariate în bazinul Tisa diferențiindu-se semnificativ față de gradientul mediu al lucrărilor din bazinele Crișuri, Banat, Jiu, Olt, Ialomița și Dunăre (**Figura 3**).

3.2.Gradientul indicelui de stare în raport cu deschiderea lucrării la partea superioară

Deschiderea lucrărilor hidrotehnice transversale utilizate în amenajarea albiilor torențiale variază în raport cu mai mulți factori, printre care se numără deschiderea albiei minore și a albiei majore, panta albiei, panta versanților, înălțimea lucrărilor, capacitatea necesară de retenție a lucrărilor etc. Practic vorbind, deschiderea la partea superioară a lucrării este dependentă în principal de lățimea albiei torențiale, lucrările aflate la extremitatea din aval a bazinelor, în zona de confluență cu emisarul, având adesea deschideri de ordinul a zeci de metri. Pentru această caracteristică, în studiul de față au fost delimitate 6 categorii, la intervale de 10 metri deschidere, cu mențiunea că în ultima categorie (50 - 60 metri) au fost încadrate și cele două lucrări cu lungimi la partea superioară de 65 metri (lucrarea 10 B 2,0 - Pârâul Smereceni) și respectiv 70 metri (lucrarea 50 BCF 4.0 - Pârâul Plăic).

Analiza efectuată între deschiderea la partea superioară a lucrării hidrotehnice transversale și tipul de lucrare, în prealabil cu poziția acesteia în sistemul hidrotehnic (în sectorul inferior, mijlociu, superior), a evidențiat variabilitatea gradientului în raport cu fiecare categorie de lucrare în parte (**Tabelul 2**).

Tabelul 2. Gradientul indicelui de stare în raport cu deschiderea la partea superioară, tipul de lucrare și poziția lucrării în sistemul hidrotehnic

Intervalul deschiderii la partea superioară (m)	Traversă în sectorul:			Prag în sectorul:			Baraj în sectorul:		
	Inferior	Mijlociu	Superior	Inferior	Mijlociu	Superior	Inferior	Mijlociu	Superior
0 - 10	– 0,73	– 1,61	– 1,35	- 1,59	- 3,22	- 2,48	-	- 2,88	-
10 -20	– 2,34	– 1,36	– 0,34	- 1,27	- 0,84	- 1,08	-	- 0,80	- 0,53
20 - 30	– 1,15	– 0,68	– 2,82	- 1,25	- 1,32	- 1,38	- 0,33	- 0,43	- 0,96
30 - 40	–	– 3,81	–	-	- 0,75	- 0,77	- 0,72	- 1,18	- 0,68
40 - 50	–	–	–	- 0,05	- 2,39	0,95	- 1,10	- 1,99	- 0,90
50 - 60; >60	–	–	–	-	-	- 0,13	- 2,14	- 1,27	- 0,38
Medie	– 1,76	– 1,44	– 1,01	- 1,21	- 1,50	- 1,00	- 0,71	- 0,94	- 0,97
		– 1,34			– 1,23			– 0,79	

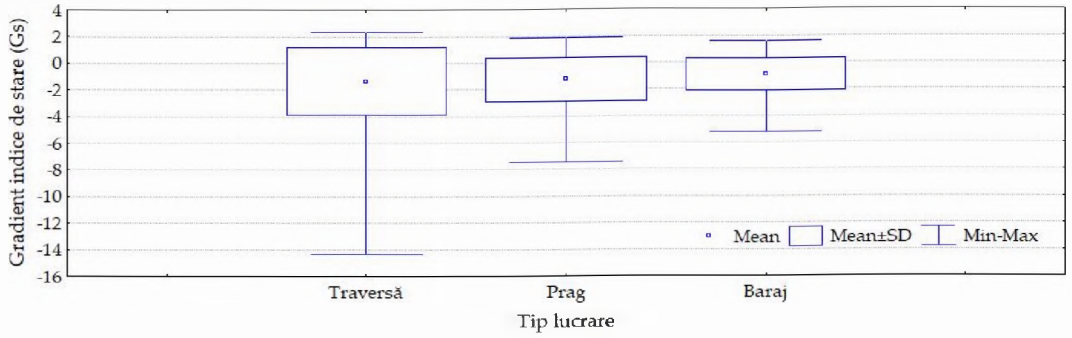


Figura 4. Variația gradientului pe categorii de lucrări

Conform tipologiei uzuale de clasificare a lucrărilor, din perspectiva gradientului, traversele (lucrări la care pragul deversorului este la nivelul solului) prezintă din cea mai ridicată rată de degradare (–1,34 unități/an), urmate de praguri (–1,23) și de baraje (–0,79), aspectul fiind relevat de prelucrarea statistică a datelor (**Figura 4**). Aceeași ordine a fost observată și din perspectiva poziției în sistem pentru lucrările din sectorul inferior, unde gradientul indicelui de stare a obținut valori de –1,76 pentru traverse, –1,21 pentru praguri, şi de –0,71 unități/an pentru baraje. Pentru lucrările amplasate în treimea mijlocie a sectorului de albie amenajat, mai vulnerabile s-au dovedit pragurile (–1,50 unități/an), urmate de traverse (–1,44) și baraje (–0,94). În treimea superioară a albiei torențiale, lucrările hidrotehnice transversale înregistrează aproximativ aceleași valori ale gradientului: –1,01 unități/an pentru traverse, –1,00 pentru praguri, respectiv –0,97 pentru baraje (**Tabelul 2**). Pe de altă parte, traversele cu deschideri de 10 - 20 metri, localizate în sectorul inferior al pâraielor torențiale, prezintă mari descreșteri ale gradientului indicelui de stare, valoarea medie de –2,34 unități/an denotând această evoluție. Traversele identificate în sectorul mijlociu, cu deschideri între 30 și 40 metri, înregistrează de asemenea avarii severe, impactul fiind reflectat în valoarea de –3,81 unități/an a gradientului mediu al indicelui de stare. Pentru traversele din sectorul superior, vulnerabilitate ridicată a fost observată la piesele cu deschideri la partea superioară între 20 și 30 metri, gradientul mediu pentru aceste lucrări fiind de –2,82 unități/ an. În cazul pragurilor (lucrări cu înălțimea utilă între 0,5 și 2,0 metri), piesele amplasate în treimea

mijlocie a sectorului de albie amenajat au înregistrat cele mai severe descreșteri ale gradientului, cu o valoare medie de –1,50 unități/an, urmate de piesele din sectorul inferior (–1,21) și cele din sectorul superior (–1,00). Vulnerabilitate ridicată au arătat pragurile cu deschideri la partea superioară de până la 10 metri, cu valori medii ale gradientului de –3,22 unități/an, la care se adaugă lucrările cu deschideri între 40 și 50 metri (–2,39 unități/an). Pragurile cu deschideri la partea superioară de până la 10 metri (**Tabelul 2**) s-au dovedit vulnerabile atât în sectorul superior (–2,48 unități/an) cât și în partea inferioară a sectorului amenajat (–1,59 unități/an). După cum se prezintă în **Tabelul 2**, barajele, care sunt lucrări hidrotehnice transversale cu înălțimea utilă egală sau mai mare de 2,00 metri, au înregistrat avarii severe (–0,97 unități/an) atunci când au fost folosite în sectorul superior. Urmează, în ordine, barajele din sectorul mijlociu (–0,94 unități/an) și cele din sectorul inferior (–0,71 unități/an). Privite din punctul de vedere al deschiderii la partea superioară, barajele cu deschideri de până la 10 metri s-au dovedit vulnerabile în sectorul mijlociu al torentului (–2,88 unități/an), iar barajele cu deschideri de peste 50 metri au prezentat vulnerabilitate în sectorul inferior (–2,14 unități/ an).

3.3.Gradientul indicelui de stare în raport cu deschiderea deversorului și înălțimea lucrărilor

Din grupul de factori care pot influența degradarea stării fizice a lucrărilor hidrotehnice transversale se remarcă și înălțimea lucrărilor, alături de deschiderea deversorului. Deversorul, deschiderea din partea superioară a lucrării hidrotehnice transversale, prin care sunt evacuate apele de viitură, caracterizat prin lungime și înălțime, s-a dovedit a avea influență asupra gradientului indicelui de stare al lucrărilor, cu testul Anova ($p = 0,042$) fiind confirmat faptul că există diferențe între mediile anumitor categorii de deschidere a deversorului (**Figura 5**).

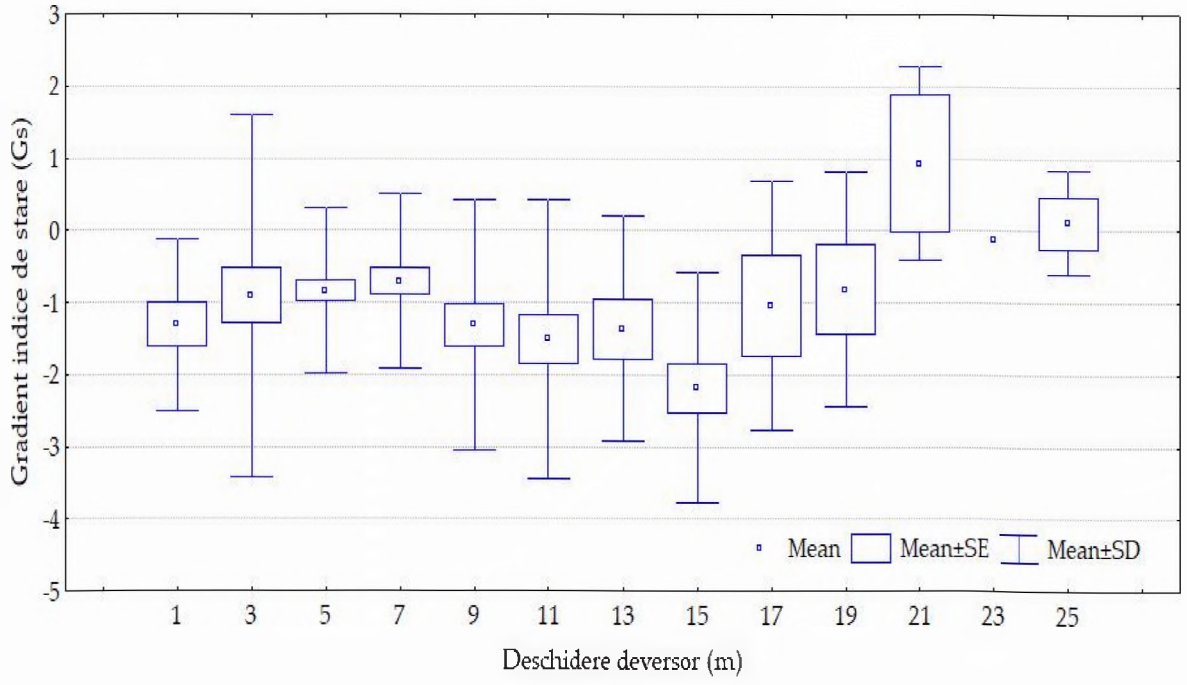


Figura 5. Variația gradientului în raport cu categoria de deschidere a deversorului

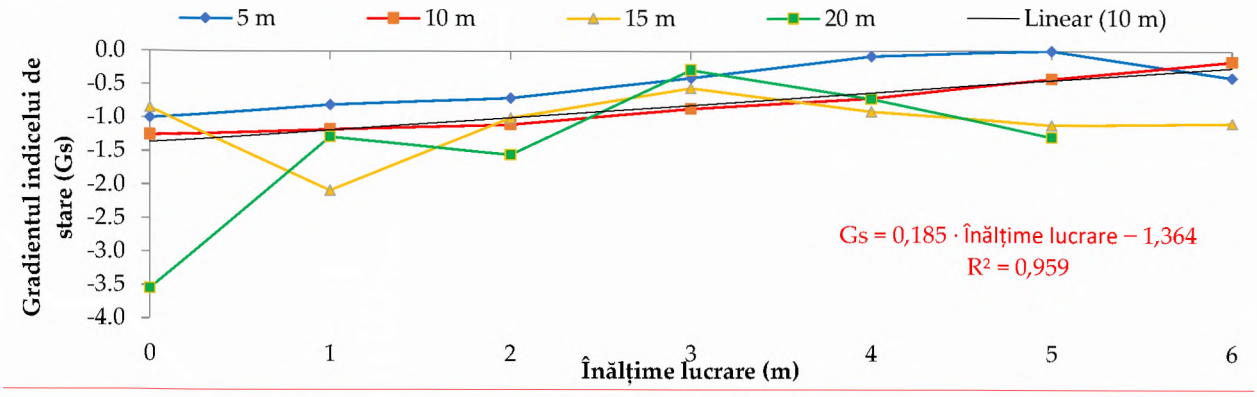


Figura 6. Gradientul stării în raport cu deschiderea deversorului

De altfel, în urma încadrării lungimii deversorului în patru categorii cu amplitudinea de 5 metri a fost găsită o legătură strânsă în raport cu gradientul indicelui de stare, cu precădere în cazul lucrărilor cu deschideri ale deversorului între 5 și 10 metri, pentru care valoarea coeficientului de determinație este ridicată (**Figura 6**). Gradientul indicelui de stare se află în relație și cu înălțimea lucrărilor chiar dacă nu a putut fi stabilită o anumită legitate. Totuși, după cum se poate observa din **Figura 6**, gradientul indicelui de stare urmează o ameliorare a valorilor în raport cu creșterea înălțimii lucrărilor hidrotehnice transversale, începând cu valori de la –1,34 unități/an pentru lucrările cu înălțimea utilă între 0,0 și 1,0 metri și până la valori de –0,65 unități/an pentru lucrările cu înălțimea de 6 - 7 metri.

3.4. Gradientul indicelui de stare în raport cu înălțimea deversorului și înălțimea lucrărilor

Ca urmare a centralizării datelor (**Tabelul** 3) și a analizei făcute între gradientul indicelui de stare, pe de o parte, și înălțimea lucrărilor și cea a deversorului pe de altă parte, s-a putut observa că la înălțimi ale lucrărilor de până la 2,0 metri sunt înregistrate cele mai mari variații ale gradientului indicelui de stare, mai afectate dovedindu-se a fi traversele (*Gs* = –1,34 unități/an), urmate de pragurile cu înălțime utilă între 0,0 - 1,0 metri (–1,31unități/an) și barajele de 2,0 metri înălțime (–1,03 unități/an). În raport cu înălțimea deversorului, categoria pentru care gradientul indicelui de stare a înregistrat cele mai mici valori, pentru toate categoriile de înălțime ale lucrărilor, s-a dovedit a fi cea a lucrărilor cu deversoare de 2,0 metri înălțime (inclusiv cele cinci amintite).

Tabelul 3. Gradientul indicelui de stare în raport cu înălțimea deversorului și înălțimea lucrării

Înălțimea deversorului (m)	Înălțimea lucrării (m)								Numărul de lucrări
	0	1	2	3	4	5	6	10	
0,5	-	– 1,47	– 1,88	0,00	-	– 1,41	-	-	10
1	– 1,46	– 1,18	– 0,65	– 0,66	– 1,12	0,01	– 0,42	-	99
1,5	– 1,41	– 0,94	– 0,63	– 1,11	– 0,33	– 0,40	– 1,14	-	105
2[a]	– 0,59	– 2,00	– 1,67	– 1,17	– 0,28	– 2,13	– 0,27	0,00	71
Medie / Total	– 1,34	– 1,31	– 1,03	– 0,94	– 0,57	– 1,00	– 0,65	0,00	285

Notă: [a] **- 5 lucrări cu înălțimea de peste 2,0 metri au fost incluse în această categorie**

3.5. Gradientul indicelui de stare în raport cu vârsta lucrărilor

Pe lângă aspectele referitoare la condițiile diverse în care sunt amplasate lucrările, o influență semnificativă asupra stării fizice și implicit asupra variației gradientului indicelui de stare o exercită vârsta lucrărilor (p = 0,003). Diferențe semnificative au fost observate între anumite categorii de vârstă, cele mai evidente fiind diferențele între lucrările cu vârsta de până la 10 ani și lucrările de 10 - 15 ani, dar și între lucrările de 10 - 15 ani și cele de 50 - 55 ani (**Figura 7**). A fost observată și o variabilitate a gradientului indicelui de stare în relație cu vârsta lucrării, cele mai pronunțate variații din acest punct de vedere fiind identificate la lucrările mai recent puse în operă, cu vârsta între 5 și 25 ani, dar și în cazul celor mai vechi lucrări (cu vârsta de peste 50 de ani) (**Figura 7, Tabelul 4**).

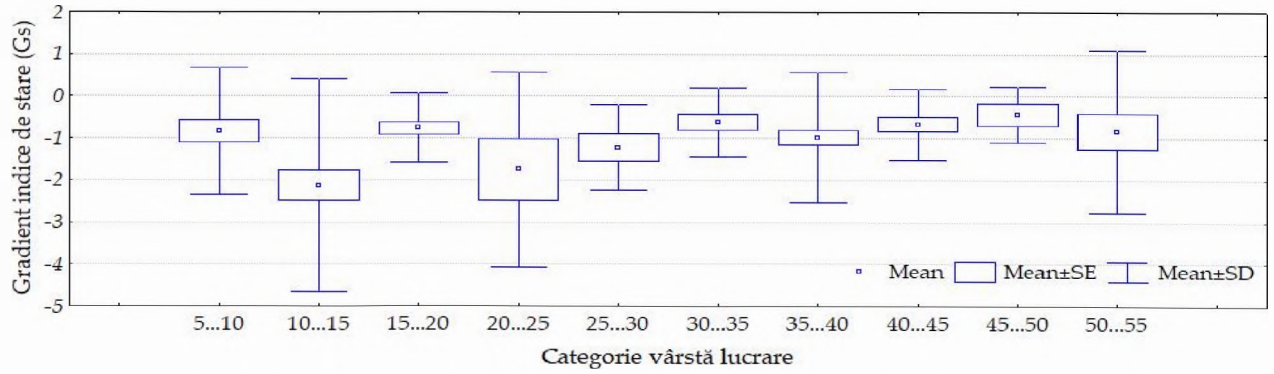


Figura 7. Variația gradientului în raport cu vârsta lucrării

Din perspectiva indicelui de stare, cele mai mici valori au fost înregistrate de lucrările cu vârsta între 25 și 30 ani (71,5 la prima inventariere, respectiv 62,14 la a doua inventariere), cu un gradient mediu de –1,22 unități/an. Începând cu aceste lucrări și până la cele mai vechi, atât valorile cât și amplitudinea gradientului se reduc, comparativ cu primele categorii de vârstă (**Tabelul 4**).

Tabelul 4. Gradientul indicelui de stare în raport cu vârsta lucrărilor

Categoria de vârstă	Numărul de lucrari	Indicele de stare			Gradientul stării *Gs*	Amplitudinea de variație a gradientului	
		Ys 1	*Ys 2*	Diferență *Ys*		Minim	Maxim
5 - 10	34	91,6	85,14	– 6,46	– 0,84	– 7,13	1,89
10 - 15	50	84,42	69,73	– 14,69	– 2,13	– 14,32	1,64
15 - 20	33	91,39	83,78	– 7,61	– 0,76	– 3,81	1,10
20 - 25	10	73,86	67,82	– 11,97	– 1,01	– 3,58	0,00
25 - 30	9	71,50	62,14	– 9,36	– 1,22	– 2,93	0,15
30 - 35	22	76,50	72,45	– 4,05	– 0,62	– 3,22	0,05
35 - 40	76	81,20	72,53	– 8,67	– 0,98	– 7,91	2,37
40 - 45	23	85,53	80,07	– 5,46	– 0,67	– 2,52	0,39
45 - 50	6	80,72	77,28	– 3,44	– 0,44	– 1,43	0,50
50 - 55	22	74,61	68,19	– 6,42	– 0,84	– 7,46	1,58

3.6. Gradientul indicelui de stare în raport cu natura materialelor de construcție

Materialele de construcție folosite la punerea în operă a lucrărilor hidrotehnice transversale pot influența variația gradientului indicelui de stare datorită comportamentului diferit al acestora față de declanșarea și dezvoltarea diverselor avarii. Din analizele efectuate asupra materialelor de construcție folosite (**Tabelul 5**) s-a putut observa o mai bună comportare a lucrărilor la care s-a folosit zidăria de piatră cu mortar de ciment (*Gs* = –0,87 unități/an), ceea ce denotă că piatra de construcție procurată la nivel local rezistă mai bine la intemperii decât betonul (*Gs* = –1,28 unități/an), concluzie care s-a formulat și într-un studiu anterior [24]. Celelalte șapte tipuri/ combinații de materiale de construcție (fiind identificate în număr limitat) nu s-au pretat la efectuarea unor analize statistice edificatoare asupra gradientului indicelui de stare.

Tabelul 5. Gradientul indicelui de stare în raport cu natura materialului de construcție

Material lucrare		Număr de lucrări	Indice de stare		Gradientul stării *Gs*	Amplitudine gradientului	
Cod	Denumire		*Ys 1*	*Ys 2*		Minim	Maxim
B	Beton monolit	144	83,62	73,57	– 1,28	– 14,32	1,93
M	Zidărie de piatră cu mortar de ciment	124	83,58	76,77	– 0,87	– 7,46	1,37
BCF	Contraforți de beton și grinzi de beton (armat) (baraj filtrant)	3	61,49	60,07	– 0,20	– 0,76	0,49
BF	Beton monolit (baraj filtrant)	3	68,96	53,07	– 2,27	– 3,67	1,99
MB	Zidărie de piatră cu mortar de ciment + Beton monolit	3	65,02	60,83	– 0,70	– 1,41	0,71
MF	Zidărie de piatră cu mortar de ciment (filtrant)	1	81,58	73,00	– 1,43	-	-
PB	Blocuri, casete de beton prefabricate	4	90,64	87,70	– 0,27	– 0,87	0,56
BT	Tuburi PREMO umplute cu piatră	2	100,00	96,00	– 0,50	– 1,00	0,71
XX	Alte materiale (pneuri uzate)	1	43,78	43,70	– 0,01	-	-

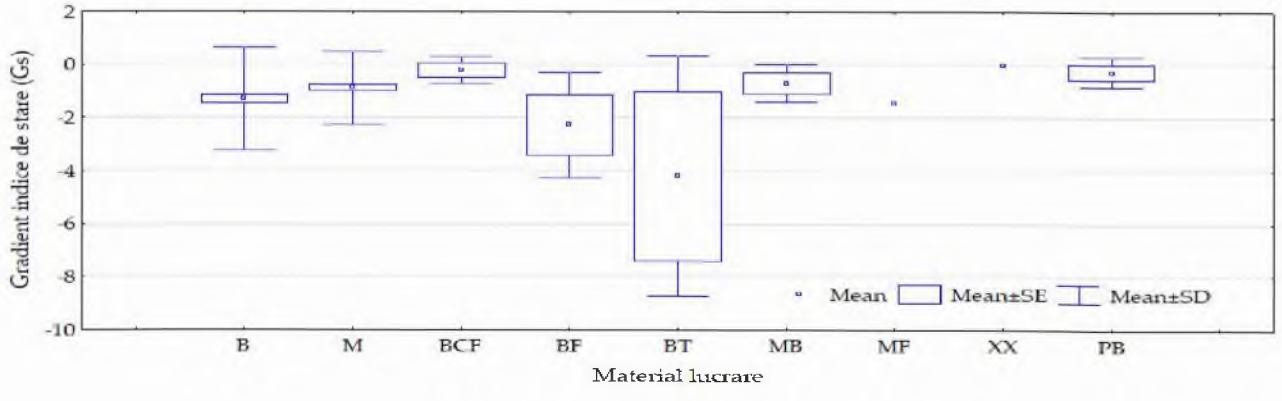


Figura 8. Variația gradientului în raport cu materialele de construcție folosite

Și testele statistice aplicate au demonstrat diferențe între diferitele categorii de materiale de construcție, cea mai elocventă (ca număr de lucrări inventariate) fiind diferența deja amintită - cea dintre zidăria de piatră cu mortar de ciment și beton (**Figura 8**).

5. CONCLUZII

Datorită condițiilor variate de amplasare, dar și a elementelor dimensionale diferite, cele mai severe degradări reflectate prin gradientul indicelui de stare s-au înregistrat la lucrările amplasate în bazinele localizate la mare altitudine, unde viiturile torențiale au fost impulsionate (și) de morfometria bazinelor, fenomen observat la lucrările inventariate în bazinele Tisa, Jiu și Olt. Din perspectiva caracteristicilor legate de tipologia uzuală a lucrărilor, traversele s-au dovedit că sunt cele mai vulnerabile la degradarea stării fizice, în special piesele cu deschideri la partea superioară de 10 - 20 metri, amplasate în treimea inferioară a sectorului de albie amenajat. În cazul pragurilor, deprecierea stării fizice este mai evidentă la piesele din sectorul mijlociu, în special la deschideri de până la 10 metri și de la 40 la 50 metri, în timp ce în cazul barajelor, cele amplasate în treimea superioară a bazinului înregistrează descreșteri mai pronunțate ale gradientului. În raport cu deschiderea deversorului, gradientul stării urmează o regresie liniară, lucrările cu lungimi ale deversoarelor între 5 și 10 metri fiind cele mai afectate. Indiferent de înălțimea deversorului, această mărime are impact asupra gradientului în special la lucrările de mică înălțime, lucrările de până la 2 metri inclusiv având cele mai mici valori ale gradientului. Privitor la vârsta lucrărilor, care reprezintă un alt factor cu influență semnificativă asupra gradientului, a rezultat că lucrările mai recent puse în operă (5 - 25 ani), dar și lucrările mai vechi (50 - 55 ani), prezintă cele mai mari variații ale gradientului, ceea ce denotă că acestea sunt mai predispuse la avarii și disfuncționalități. În sfârșit, raportat la principalele două categorii de materiale de construcție, lucrările puse în operă cu zidărie de piatră cu mortar de ciment se comportă mai bine în decursul timpului decât lucrările din beton.

FINANȚARE

Studiul este parte componentă a proiectului „PN 19070404 - Gospodărirea integrală a terenurilor forestiere și albiilor în vederea reducerii riscurilor induse de excedentul de apă", finanțarea proiectului fiind făcută prin Programul Operațional Competitivitate, Axa: 1 Cercetare, dezvoltare tehnologică și inovare (CDI) în sprijinul competitivității economice și dezvoltării afacerilor.

MULȚUMIRI

Articolul de față prezintă date și rezultate parțiale incluse în Rapoartele II și III de cercetare științifică, stabilite în Programul individual de doctorat al Școlii Doctorale Interdisciplinare din cadrul Universității Transilvania Brașov, parte conexă a tezei de doctorat aflată în curs de elaborare, a doctorandului Mihalache Alin - Lucian. În această calitate aduc mulțumiri instituției mai sus menționate, dar și Departamentului de Exploatări Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre pentru sprijin, îndrumare și devotament, acțiuni cu un real folos în realizarea acestui studiu.

CONFLICT DE INTERESE

Autorii nu declară niciun conflict de interese.

ANEXE

Anexa 1. Gradientul indicelui de stare pe mari bazine și bazinete hidrografice torențiale

Bazin hidrografic	Bazinet hidrografic torențial	Număr de lucrări	Mare bazin hidrografic				Bazinet hidrografic torențial							
			Ys 1	Ys 2	Diferență Ys	Gs mediu	Ys 1	Ys 2	Diferență Ys	Gs mediu	Gs min	Gs max	Coef. Var. Ys 1 (%)	Coef. Var. Ys 2 (%)
Tisa	Pârâul Smereceni	4	75,4	58,9	−16,5	−2,35	91,6	83,7	−7,9	−1,13	−2,26	−0,43	15,3	16,1
	Pârâul Plăic	5					67,3	57,4	−9,9	−1,41	−2,93	0,15	29,8	35,2
	Ravena Dreapta	1					100	47,8	−52,2	−7,46	−7,46	−7,46	–	–
	Pârâul Tomnatic	1					84,8	84,8	0,00	0,00	0,00	0,00	–	–
	Valea Repedea	18					72,1	53	−19,1	−2,73	−5,78	0,01	20,7	33,3
Someș	Valea Vâlcele	1	68,6	57,3	−11,3	−1,41	100	97,7	−2,3	−0,29	−0,29	−0,29	–	–
	Valea Coasta Luncii	2					51,9	39,8	−12,2	−1,53	−2,88	−0,17	61	85,4
	Valea Brădățelului	1					65,7	61,8	−3,9	−0,49	−0,49	−0,49	–	–
	Valea Pietrei	1					75,6	76	0,4	0,05	0,05	0,05	–	–
	Valea Mărului	2					67,4	43,1	−24,3	−3,05	−3,25	−2,84	28,2	60,1
Crișuri	Ravena Ua 25	1	93,1	82,9	−10,2	−1,27	100	96,9	−3,1	−0,39	−0,39	−0,39	–	–
	Valea Sibisoara	3					100	90,3	−9,7	−1,21	−1,95	0,00	24,9	28,3
	Pârâul Pietrele Roșii	1					100	100	0,00	0,00	0,00	0,00	–	–
	Valea Crăiasa	46					92,4	81,8	−10,6	−1,19	−7,41	0,00	20	26,6
Banat	Chichiregu Bei	5	75,5	72,1	−3,4	−0,57	88	86,1	−1,9	−0,32	−0,92	0,00	8,8	18,4
	Pârâu Păstrăvărie – Valea Beiului	2					94,2	89,5	−4,7	−0,79	−1,25	−0,32	21,3	28,9
	Valea Beiului	13					67,8	64	−3,8	−0,63	−3,22	0,05	30,3	30
Jiu	Ravena Borna 189/Iv	3	84,7	67,1	−17,6	−2,21	91,6	91,7	0,0	0,01	0,00	0,01	13,7	28,8
	Ravena Borna 244	2					94,3	92	−2,4	−0,47	−0,94	0,00	21,4	36,5
	Ravena 1 Up V	6					60,9	56,7	−4,2	−0,85	−2,89	0,00	40,6	42,6
	Pârâul Căldării	3					91,3	87,1	−4,2	−0,84	−2,52	0,00	14,4	23,6
	Pârâul Molizilor	1					71,7	71,7	0	−0,01	−0,01	−0,01	–	–
	Valea Sohodol Runcu	2					80,5	80,5	0	−0,01	−0,01	0,00	11,6	16,4
	Valea Cetății	1					94	85,4	−8,6	−0,86	−0,86	−0,86	–	–
	Valea Cetății – Ravena 2	1					98	75	−23	−2,3	−2,3	−2,30	–	–
	Valea Cetății – Ravena 3	1					97,1	83,7	−13,4	−1,34	−1,34	−1,34	–	–
	Valea Cetății – Ravena 5	2					86,9	84,2	−2,7	−0,27	−0,93	0,39	18,5	19,6
	Pârâul Juronilor	6					83,8	79,3	−4,5	−0,45	−1,49	0,50	19,7	17,7
Olt	Pârâul Adânca De Jos	12	77,7	65,8	−11,9	−2,38	84,7	67,1	−17,6	−2,21	−7,91	2,37	15,2	32,1
	Pârâul Tigăile	23					86,2	79,7	−6,5	−0,65	−3,81	1,10	15	20,1
	Pârâul Ferencz	10					95,7	89,1	−6,6	−0,66	−1,51	0,00	18,3	22,8
	Pârâul Nanului	7					90	82,3	−7,7	−0,77	−1,95	0,23	14,5	17,9
	Pârâul Tigăile – Crac Stâng	4					91	80,8	−10,2	−1,02	−1,51	−0,69	13,7	16,1
	Pârâul Tigăile – Crac Stâng – Ravena 1	1					100	74,3	−25,7	−2,57	−2,57	−2,57	–	–
	Pârâul Tigăile – Crac Stâng – Ravena 2	1					68,8	66,8	−2	−0,2	−0,2	−0,20	–	–
	Pârâul Tigăile – Crac Stâng – Ravena 3	1					100	99,1	−0,9	−0,09	−0,09	−0,09	–	–
	Pârâul Vidas	5					90,3	87,9	−2,4	−0,21	−0,87	0,48	10,8	21,8
	Pârâul Zimbru	14					88	78,6	−9,4	−0,86	−3,6	0,49	10,4	16,9
	Pârâul Farfuriei	3					95	91,1	−3,8	−0,35	−0,5	−0,17	19,8	28,5
	Tesla	13					77,7	65,8	−11,9	−2,38	−14,32	1,64	17,6	25,3
	Valea Dracului	13					85,5	70,5	−15	−1,5	−3,1	1,49	11	14
	Valea Dracului – Ravena 4	1					100	88,6	−11,4	−1,14	−1,14	−1,14	–	–
	Valea Dracului – Ravena 5	1					100	97,4	−2,6	−0,26	−0,26	−0,26	–	–
	Valea Dracului – Ravena 6	1					100	86,8	−13,2	−1,32	−1,32	−1,32	–	–
	Valea Dracului – Ravena 7	1					100	78	−22	−2,2	−2,2	−2,20	–	–
	Valea Dracului – Pârâul De Amiază	3					86	84,8	−1,3	−0,13	−0,57	0,28	11	17,8
Ialomița	Valea Vardales – Ramificația Ba62	1	90,3	87,9	−2,4	−0,21	95,4	73,9	−21,5	−3,58	−3,58	−3,58	–	–
	Valea Vardales – Ramificația Ba53	1					62,8	52,4	−10,4	−1,73	−1,73	−1,73	–	–
	Valea Vardales	17					62,4	59,4	−3,1	−0,51	−1,44	1,07	28	26
Dunăre	Pârâu Cărbunari	9	74,7	75,4	0,7	0,11	79,3	81,3	2	0,33	−0,17	1,58	20,5	22
	Valea Jidostița	8					69,4	68,7	−0,8	−0,13	−1,43	1,89	30	28,1
	Total / Valoare globala	285	83,1	74,5	−8,6	−1,1	83,1	74,5	−8,6	−1,07	−14,32	2,37	19,5	24,6

REZUMAT EXTINS – EXTENDED ABSTRACT

Title in English: *State index gradient of the transversal hydrotechnical structures used in the improvement of torrential riverbeds*

Introduction: *As it is known, to reduce the impact of torrential floods and erosion processes, different actions are required inside the torrential basin and transversal check dams to manage of the torrential riverbed. These constructions are subject to stress factors since their construction, their stability and integrity being of great importance during their operation. Accordingly, monitoring of damages should be done periodically, according to the intervention emergencies.*

Materials and methods: *Over time, the methodology of data collection on watershed management was continuously improved. Hence, in our study, we applied the last existing methodology that implied visual observation and measurements of structures damages. Starting from understanding the behavioral events, we embedded in present research the status index (Ys). This index numerically shows the physical condition of the check dam at a time, while the new concept of status index gradient (Gs) points out the annual debasement. The status index gradient shows the variation of the physical status of a structure during a year of operation and is useful to characterize the vulnerability of the structures. The datasets were statistically analyzed in order to test data homogeneity. The categories defined for carrying out the statistical significance of each analyzed parameter were chosen so as to highlight in a broad spectrum the behavior of the transversal hydrotechnical works.*

Results and discussions: *Concerning the location of torrential check dams in different torrential river basins, the extremely varied location conditions lead to a higher vulnerability of the structure inventoried in the high-altitude basins. Besides the size of the receiving basin, the width of the torrential riverbed, geological substrate, the precipitation regime and the morphometry of the basin also influence the torrential floods. Hence, according to these features, the status index gradient had different variations. In addition, torrential events can occur immediately after the construction of the check dams and could have a severe impact on the variation of the physical condition of the works. Related to the characteristics of the structures, we noticed that traverses prove to be the most vulnerable works, followed by structures that have less than 2 m height and dams. Compared to the location of the control dam in the hydrotechnical system, the vulnerability is more pronounced at the traverses located in the lower sector, at thresholds in the middle sector and at dams from the upper third sector of the reinforced riverbed. On the other hand, the length of the spillway proves to be a factor with significant influence on the state index gradient. In relation to dam height and spillway length, we observed a linear decrease of the status index gradient. The structure's age, a significant factor in the status index gradient values, registers the highest variations both for the recently constructed but also for the oldest works. In relation to the construction materials, the masonry structure registered the smallest status index gradient variations.*

Conclusions: *Regardless of the morphometric and dimensional characteristics of the river basin but also the individual specifications of the check dams, hydrotechnical works register different rates of degradation since their construction. These degradations are due to the varied location conditions and torrential floods during the check dam operating period.*

Keywords: *transversal hydrotechnical structures, state index, state index gradient.*

REFERINȚE

1. Munteanu S.A., 1975: Premisele fundamentale în problema amenajării bazinelor hidrografice torențiale, Revista Pădurilor, 90 (4), 196-201.
2. Snelder D.J., Bryan R.B., 1995: The use of rainfall simulation test to assess the influence of vegetation density on soil loss on degraded rangelands in the Baringo District, Kenya, Catena, 25, 105-116.
3. Clinciu I., Gaspar R., 2005: Comportarea lucrărilor hidrotehnice de amenajare a torenților, o problemă de actualitate a cercetării științifice, Revista Pădurilor, 120 (5), 36-43.

4. Gaspar R., Apostol Al., Costin A., 1972: Comportarea lucrărilor hidrotehnice de corectare a torenților în timpul viiturilor din anul 1970, Revista Pădurilor, 87 (1), 23-27.
5. Bombino G., Gurnell A.M., Tamburino V., Zema D.A., Zimbone S.M., 2008: Sediment size variation in torrents with check–dams: effects on riparian vegetation, Ecological Engineering, 32, 166-177.
6. Mazzorana B., Fuchs S., 2010: A conceptual planning tool for hazard and risk management, Inter. Symp. Interpraevent, Taipei, Taiwan, 828-837.
7. Mongil-Manso J., Navarro-Hevia J., Díaz-Gutiérrez V., Cruz V., Ramos-Díez I., 2016: Badlands forest restoration in Central Spain after 50 years under a Mediterranean continental climate, Ecological Engineering, 97, 313-326.
8. Yolanda C., Emilio R.C, Chamizo S., Bouteiller C., Benet A.S., Adolfo C.C., 2018: Runoff Generation in Badlands, In: Badland Dynamics in the Context of Global Change, Estela N.R., Juan F.M.M., Nikolaus K. (Eds.), Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 336p.
9. Gancz C., 2012: Amenajarea bazinelor hidrografice torențiale cu folosință preponderent forestieră, prin prisma activității Institutului de Cercetări și Amenajări Silvice, Revista Pădurilor, 127 (3), 11-16.
10. Adorjani A., Davidescu Ş.O., Gancz C., 2008: Combaterea eroziunii solului şi amenajarea bazinelor hidrografice torențiale în patrimoniul silvic al României, Silvologie vol. VI - Amenajarea bazinelor hidrografice torențiale - Editura Academiei Române, Bucureşti 169-192.
11. Tomoioagă Gh., 1999: Cercetări privind deficiențele lucrărilor hidrotehnice de amenajare a torenților în perioada de exploatare, în vederea îmbunătățirii activității de întreținere a acestora. Referat științific final. ICAS București, 42p.
12. Gaspar R., 1984: Norme tehnice pentru urmărirea comportării în timp a lucrărilor de construcții folosite în amenajarea torenților. ICAS - Ministerul Silviculturii. Bucureşti, 15p.
13. Clinciu I., 2001: Valențele didactico-experimentale, comportarea în exploatare și efectele lucrărilor de amenajare a rețelei hidrografice torențiale din bazinul superior al Tărlungului. Proiect de cercetare, CNCSIS – TIP A, Universitatea Transilvania din Brașov, 45p.
14. Clinciu I., 2005: Unele rezultate ale cercetărilor privind natura și frecvența avariilor la lucrările de amenajare a rețelei hidrografice torențiale din bazinul superior al Tărlungului. În volumul sesiunii științifice naționale cu participare internațională Pădurea și dezvoltarea durabilă, Brașov, 5 noiembrie, 503-507.
15. Clinciu I., C. Gancz, A. Adorjani, ș.a., 2015: Fundamente şi soluții privind proiectarea şi monitorizarea lucrărilor de amenajare a bazinelor hidrografice torențiale, predominant forestiere. Raport de cercetare tema 87/26.09.2012. RNP Romsilva.
16. Davidescu Ș.O., Niță M.D., Clinciu I., Adorjani A., Tudose N.C., Ungurean C., 2012: Monitorizarea stării lucrărilor hidrotehnice utilizate în amenajarea bazinelor hidrografice torențiale și stabilirea urgențelor de intervenție cu reparații. Revista Pădurilor, 127 (3), 17-22.
17. Davidescu Ș.O., 2013: Cercetări privind comportarea lucrărilor de amenajare a bazinelor hidrografice torențiale, predominant forestiere, din spațiul hidrografic Crișuri, Teză de doctorat, Universitatea Transilvania din Brașov, 197p.
18. Davidescu Ș.O., Clinciu I., Tudose N.C., Ungurean C., 2012: An evaluating methodology for torrent control structures condition, Annals of Forest Research, 55 (1), 125-143.

19. Tudose N.C, Davidescu Ș.O., Gancz C., Ungurean C., Adorjani A., Davidescu A., David D., 2015: Soluții ecologice pentru amenajarea albiilor torențiale din ariile naturale protejate ROSCI0207 Postăvaru, ROSCI0195 Piatra Mare și ROSCI0038 Ciucaș. Disponibil online la: http://www.icasbv.ro/wp-content/uploads/2015/12/raport_stiintific_si_tehnic_etapa_II.pdf (accesat în 16.11.2021).

20. Clinciu I., Petrițan I.C., Niță M.D., 2010: Monitoring of the hydrotechnical torrent control structures. A statistical approach, Environmental Engineering and Management Journal, 9 (10), 1693-1701. DOI: 10.30638/eemj.2010.234

21. Tudose N.C., Davidescu Ș., Ungurean C., Adorjani A., Davidescu A., 2014: Inventarul și starea lucrărilor hidrotehnice administrate de RPLP Kronstadt și RPLP Săcele din siturile Natura 2000 (Postăvarul, Piatra Mare și Ciucaș), Revista de Silvicultură și Cinegetică, 35, 118-122.

22. Oprea V., Apostol A, Marineață V., 1984: Îndrumar tehnic pentru întreținerea și repararea lucrărilor de ameliorare a terenurilor degradate și de corectare a torenților din fondul forestier, 64p, I.C.A.S. - Ministerul Silviculturii.

23. Mihalache A.L., 2018: Starea fizică a lucrărilor hidrotehnice amenajate în albiile torențiale și dinamica acesteia în bazinele hidrografice torențiale mici din fondul forestier din România, Lucrare de disertație, Universitatea Transilvania din Brașov, Brașov, 1-58.

24. Mihalache A.L., Marin M., Davidescu Ș.O., Ungurean C., Adorjani A., Tudose N.C., Davidescu A.A., Clinciu I., 2020: Physical status of torrent control structures in Romania, Environmental Engineering & Management Journal, 19 (5), 861–872.

25. Mihalache A.L., Clinciu I., Davidescu Ș.O., Tudose N.C., Ungurean C., Marin M., Davidescu A.A., Tudose O., 2020: Gradientul indicelui de stare al lucrărilor hidrotehnice transversale utilizate în amenajarea albiilor torențiale, indus de unele avarii ale lucrării propriu-zise, Revista de Silvicultură și Cinegetică, acceptat pentru publicare în RSC 49/2021.

26. Abht.ro. Disponibil online la http://lucrari.abht.ro:8080/#/ (accesat în 22.08.2021).

27. Giurgiu V., 1972: Metode ale statisticii matematice aplicate în silvicultură, Editura Ceres, București, 1 – 565.

28. INHGA.ro. Disponibil http://www.inhga.ro/widget/-/avertizare-hidrologica-nr-31-din-13-06-2018 (accesat în 22.08.2021).

Revista Pădurilor 136(4) (2021) 001-046

Revista Pădurilor

disponibil online la: www.revistapadurilor.com

Soluții tehnice pentru combaterea înzăpezirilor prin crearea perdelelor forestiere de protecție: studiu de caz

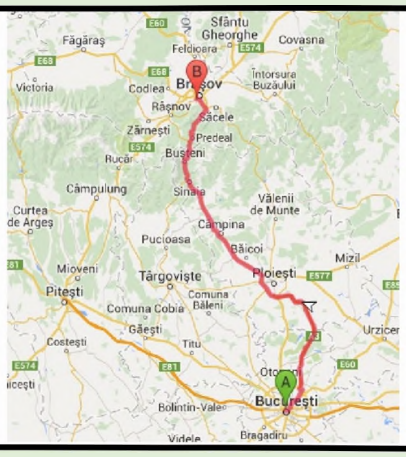
Elena Camelia Mușat[a,*]

[a] **Departamentul de Exploatări Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători terestre, Facultatea de Silvicultură și exploatări forestiere, Universitatea Transilvania din Brașov, Șirul Beethoven 1, 500123, Brașov, România, e-mail:** elena.musat@unitbv.ro.

REPERE

- Perdelele forestiere de protecție protejează căile de comunicații împotriva înzăpezirii produse prin viscolire.
- Compozițiile de împădurire pot cuprinde atât specii de arbori, cât și specii de arbuști.
- Efectele perdelelor forestiere de protecție depind de poziția lor față de direcția vântului, lungimea, înălțimea, densitatea și speciile componente.

REZUMAT GRAFIC



INFORMAȚII ARTICOL

Istoricul articolului:
Manuscris primit la: 10 decembrie 2021
Primit în forma revizuită: 11 decembrie 2021
Acceptat: 16 decembrie 2021
Număr de pagini: 16 pagini.

Tipul articolului:
Raport tehnic

Editor: Stelian Alexandru Borz

Cuvinte cheie:
Perdele forestiere de protecție
Împiedicarea înzăpezirilor
Compoziții de împădurire

REZUMAT

Perdelele forestiere de protecție joacă un rol foarte important atât pentru protejarea terenurilor agricole, cât și pentru protejarea diverselor căi de transport, de acțiunea vântului sau a zăpezii aduse prin viscolire. Poziționarea, lungimea, lățimea, înălțimea și densitatea perdelei de protecție trebuie stabilite în acord cu rolul pe care trebuie să-l îndeplinească aceasta și cu zona în care trebuie amplasată. În acest sens, alegerea speciilor trebuie să țină seama de caracteristicile pedologice și climatice ale zonei și de exigențele ecologice ale speciilor vizate. Compozițiile de împădurire trebuie să cuprindă atât specii de arbori, cât și specii de arbuști, iar schemele de împădurire trebuie să permită plantarea puieților pe mai multe rânduri, ceea ce asigură o protecție mult mai bună împotriva înzăpezirii produse prin viscolire.

* Autor corespondent. Tel.: +40-761-646-361; fax: +40-268-475-705.
Adresa de e-mail: elena.musat@unitbv.ro.

1. INTRODUCERE

Importanța perdelelor forestiere de protecţie este justificată de numeroase studii realizate, atât la nivelul României [1-3], cât şi la nivel internațional [4-17]. O definire a perdelelor forestiere de protecţie este prezentată în cadrul Legii nr. 289 din 15 mai 2002 [18], în care se menționează că perdelele forestiere de protecţie sunt formațiuni cu vegetație forestieră, înființate prin plantare, cu lungimi diferite şi lățimi relativ înguste, amplasate la o anumită distanță unele față de altele sau față de un obiectiv, cu scopul de a-l proteja împotriva efectelor unor fenomene perturbatoare. Tot în Legea nr. 289 [18] se precizează expres rolul de protecţie al acestora împotriva înzăpezirii căilor de comunicații. Cu alte cuvinte, perdelele forestiere de protecţie sunt bariere vegetale proiectate pentru a reduce viteza vântului [12, 16, 19] şi pentru a proteja suprafețele din vânt şi de sub vânt [16, 20, 21], fiind constituite din una sau mai multe specii, dispuse pe unul sau mai multe rânduri [17, 22, 23].

Perdelele forestiere de protecţie au jucat un rol important în agricultură încă din 1800 [15], dar cercetările s-au canalizat pe acest subiect abia mai târziu, când au fost studiate efectele pozitive datorate acestor formațiuni vegetale. Astfel, beneficiile constau în reducerea vitezei vântului [8, 10-12, 15, 16] şi a impactului furtunilor de nisip [13, 16], micșorarea eroziunii solului [9, 12, 16, 17], controlul salinității [12], atenuarea emisiilor de dioxid de carbon [15], protejarea gospodăriilor şi a terenurilor agricole [12, 13, 15, 16]. În același timp, perdelele forestiere de protecţie oferă condiții propice dezvoltării vieții sălbatice [7, 14-16] şi constituie o importantă sursă de lemn [9, 22].

Ținând seama de datele din literatura de specialitate [2, 3, 23], în România, perdelele forestiere au avut un parcurs destul de sinuos. O perioadă deosebit de importantă, din acest punct de vedere, este cea cuprinsă între anii 1947 - 1960 când au fost plantate peste 5000 hectare în Dobrogea, Bărăgan şi în sudul Olteniei [3]. Cu toate acestea, după 1962, prin diverse acte normative a fost oprită acțiunea de înființare a perdelelor forestiere de protecţie, iar cele deja înființate au suferit de pe urma defrișărilor [3, 25]. În prezent, cunoscându-se beneficiile perdelelor forestiere de protecţie, se dispune de un cadru legislativ [18, 26-28] care sprijinită activitatea de înființare a perdelelor forestiere de protecţie şi pedepsește acțiunile care pot aduce prejudicii acestora [29].

Elementele care trebuie avute în vedere la proiectarea unei perdele forestiere de protecţie, în plus față de rolul pe care trebuie să-l îndeplinească perdeaua respectivă, sunt: înălțimea, lungimea, densitatea şi locul de amplasare a perdelei forestiere de protecţie, precum şi numărul de rânduri şi speciile care vor fi utilizate [16, 17, 21]. Consultarea cercetărilor din domeniu [4, 9, 10, 12, 16, 20], indică faptul că densitatea (porozitatea) perdelei forestiere de protecţie poate influența în mod hotărâtor felul în care aceasta își îndeplinește scopul pentru care a fost înființată, deoarece perdeaua forestieră trebuie să filtreze vântul şi nu să-i stopeze intrarea [9, 17]. De asemenea, perdelele forestiere lungi sunt considerate mult mai eficiente decât cele scurte [9, 12], întrucât vântul are tendința de a bate concentrat în zonele de capăt ale perdelelor forestiere, crescând turbulențele în aceste puncte. Se consideră că, pentru a obține o eficiență maximă a perdelei forestiere de protecţie [12], trebuie proiectate 2 până la 4 rânduri, constituite atât din specii de arbori (care să ofere beneficiile unei perdele înalte), cât şi din specii de arbuști (cu beneficiile

proprii unei perdele joase), prin care să se asigure o densitate uniformă, în toate punctele perdelei. Astfel, se obțin beneficii semnificative, fără a scoate din producţie suprafețe mari de teren [12]. La proiectarea unei perdele forestiere de protecţie vor avea prioritate speciile locale, caracterizate printr-o rată ridicată de supraviețuire şi menținere în teren [12], întrucât de alegerea speciilor care vor constitui perdeaua de protecţie va depinde, în primul rând, rapiditatea cu care perdeaua forestieră de protecţie va începe să-şi arate efectele şi, în al doilea rând, eficiența înființării acesteia. Tot în literatura de specialitate [12, 19, 21] se menționează şi că speciile de arbuşti şi arborii de mărimea a III-a (cu înălțimi mai mici) vor face parte din rândurile marginale ale perdelelor de protecţie, în timp ce, speciile de arbori de mărimea I şi a II-a vor fi amplasate pe rândurile din centrul perdelelor forestiere. Un alt aspect deosebit de important este reprezentat de orientarea perdelei forestiere faţă de direcţia vântului dominant [10, 16, 22], în literatură fiind specificată, ca ideală, o direcție perpendiculară a perdelei pe direcţia vântului care creează probleme [9, 12].

Înființarea perdelelor forestiere de protecţie are rolul de a micșora viteza vântului în zona respectivă şi, ca obiectiv principal, de a reduce sau chiar de a stopa înzăpezirea sectoarelor de drum vizate. Din aceste considerente, scopul articolului este de a prezenta compoziții de împădurire potrivite pentru realizarea unor perdele forestiere de protecţie pe un drum de importanță majoră din România, astfel încât, în sezonul rece, să fie asigurată protecția împotriva înzăpezirii căii de transport, dar să permită şi o bună desfășurare a traficului rutier, în condiții optime de vizibilitate, fără întârzieri sau prejudicii economice. Obiectivele avute în vedere în cazul cercetării de față au constat în: *i)* identificarea sectoarelor de drum în care se produc înzăpeziri prin viscolire; *ii)* evaluarea particularităților staționale din zonă; *iii)* stabilirea speciilor de arbori și arbuşti adaptate condiţiilor locale; *iv)* conceperea unor compoziții de împădurire şi a unor scheme de plantare proprii tronsoanelor analizate.

2. MATERIALE ŞI METODE

2.1. Locul cercetărilor

Articolul prezintă soluțiile care se pot adopta pentru a preveni înzăpezirea drumului naţional I, care leagă capitala României - Bucureşti - de Transilvania. Sectoarele identificate ca având probleme au fost cuprinse între km 36,5 - 44,0; km 57,0 - 63,0 şi km 71,0 - 79,0, totalizând o suprafață de 79,5 ha şi o lungime de 26,5 km (**Tabelul 1**).

Tabelul 1. Amplasamentul perdelelor forestiere de protecţie în județul Prahova

Comuna / orașul	Poziția hectometrică		Lungime (m)	Lățime[a] (m)	Suprafața (m²)		
	început	sfârșit			Totală	discontinuități[b]	efectivă
Gorgota	39,500	44,000	4500	30	135000	91230	43770
Ploiești	57,000	63,000	6000	30	180000	21900	158100
Băicoi	71,000	79,000	8000	30	240000	2400	237600
Total					**555000**	**115530**	**439500**

Note: [a] - lățimea medie pe întregul tronson; [b] – drumuri, poduri, construcții etc.

Întrucât traseul drumului naţional I, în zona studiată, se desfășoară, aproximativ, pe direcţia sud - nord (**Figura 1**) şi parcurge diverse etaje fitoclimatice, apar variații în ceea ce privește

condiţiile geomorfologice, pedologice, climatice şi de vegetaţie. Astfel, sectoarele cuprinse între km 39,5 - 44,0 şi 57,0 - 63,0 sunt situate în Câmpia Munteniei de Est, iar sectorul dintre km 71,0 - 79,0 este poziționat în Subcarpații Prahovei (parte componentă a Subcarpaților de Curbură [30]).

Figura 1. Traseul Drumului Național 1 (Sursa: **http://distanta.ro/bucuresti/brasov, accesat 15.12.2021**)

În zona cercetată, pânza de apă freatică este situată, de obicei, la o adâncime de 4…7 m, astfel încât influenţează vegetația forestieră. Din punct de vedere climatic, teritoriul se află în zona climatică temperat continentală, sectorul de tranziție, ținutul de câmpie, subţinutul Câmpia Română, districtul de silvostepă, topoclimatul Câmpiei Piemontane de la Curbură [31]. Regimul termic este caracterizat de o temperatură medie anuală de 10,6 °C, o cantitate medie anuală de precipitații de 588,0 mm, cu posibilitatea ca pe perioada sezonului de vegetație, în unii ani (1921, 1903 şi 1896), să nu se înregistreze precipitații în lunile aprilie, septembrie şi octombrie (date preluate de la stația meteorologică din Ploiești, situată la o altitudine de 164 m). În sezonul hibernal, vânturile predominante sunt cele din est, nord - est şi nord (30 - 52%), dar apare şi un vânt din direcţia sud - vest, de importanță ridicată în lunile noiembrie - martie. Cele mai intense vânturi, în perioada de iarnă, sunt cele din sectorul nord - estic şi estic (crivățul), care pot atinge viteze medii de 3,1 m/s.

Raportat la zonarea fitoclimatică, teritoriul aferent prezentului studiu de caz este situat în zona de tranziție dintre stepă şi silvostepă, unde arboretele naturale sunt foarte rare şi ocupă suprafețe restrânse, fiind constituite din stejar, tei, frasin şi plop alb. Plantațiile forestiere din zonă se dezvoltă, în general, bine, şi sunt constituite din următoarele specii: salcâm, glădiță, sălcioară, arțar american, dud, ulm de Turchestan, pin negru, pin silvestru, soc negru, păducel, măceș, sânger, porumbar, plop negru, liliac.

4.2. Colectarea datelor

Din punct de vedere pedologic, tipurile şi subtipurile de sol au fost determinate prin cartări, în decursul lucrărilor de teren. Astfel, s-au executat, la început, câte un profil de sol principal şi, apoi, profiluri secundare, în funcţie de configuraţia terenului [32]. Acolo unde a fost identificat un nou tip de sol, s-a executat un nou profil. Pe baza acestor profile, s-a constatat că în zonele unde ar putea fi amplasate perdelele forestiere de protecţie se întâlnesc următoarele tipuri de soluri (**Tabelul 2**): preluvosol sodic, faeoziom argic, cernoziom cambic şi renzină cambică scheletică.

Tabelul 2. Tipurile şi subtipurile de sol din zonele cu perdele forestiere de protecţie

Tipul şi subtipul de sol	Orizonturi	Poziția hectometrică	Suprafața	
			ha	%
preluvosol sodic	A_{osc} – Bt_{sc} – C	39,500 – 39,900	1,20	
preluvosol sodic	A_{osc} – Bt_{sc} – C	39,925 – 40,042	0,35	
preluvosol sodic	A_{osc} – Bt_{sc} – C	40,049 – 40,125	0,23	
preluvosol sodic	A_{osc} – Bt_{sc} – C	41,980 – 42,052	0,21	
preluvosol sodic	A_{osc} – Bt_{sc} – C	42,058 – 42,333	0,83	
preluvosol sodic	A_{osc} – Bt_{sc} – C	42,349 – 42,553	0,61	
preluvosol sodic	A_{osc} – Bt_{sc} – C	42,625 – 42,940	0,95	
Total preluvosol sodic			**4,38**	**16,41**
faeoziom argic	Am – Bt – C	57,000 – 58,585	4,62	
Total faeoziom argic			**4,62**	**17,30**
cernoziom cambic	Am – Bv – C	58,602 – 58,956	1,06	9.
cernoziom cambic	Am – Bv – C	58,969 – 59,495	1,57	10.
cernoziom cambic	Am – Bv – C	59,626 – 59,918	0,88	11.
cernoziom cambic	Am – Bv – C	59,924 – 61,550	4,88	12.
cernoziom cambic	Am – Bv – C	61,642 – 61,822	0,54	13.
cernoziom cambic	Am – Bv – C	61,846 – 62,600	2,26	14.
Total cernoziom cambic			**11,19**	**41,91**
renzină cambică scheletică	Am – Bv – C	71,000 – 71,285	0,86	
renzină cambică scheletică	Am – Bv – C	71,295 – 72,718	4,26	
renzină cambică scheletică	Am – Bv – C	72,724 – 73,187	1,39	
Total renzină cambică scheletică			**6,51**	**24,38**
Total general			**26,7**	**100**

Cu ocazia lucrărilor de teren, s-au identificat şi tipurile de staţiune (**Tabelul 3**). Raportat la caracteristicile tipurilor de staţiuni şi influenţa acestora asupra speciilor forestiere, se precizează că primul tip de staţiune (S_1) este caracteristic şleaurilor de câmpie, arboretelor de tei, stejar, cer şi gârniţă. Tipul de staţiune S_2 este propriu arboretelor de stejar pedunculat de productivitate mijlocie, iar tipurile S_3 şi S_4 prezintă bonitate mijlocie, respectiv inferioară pentru arborete de stejar, gorun şi cer [33, 34].

4.3. Alegerea speciilor din compoziția de împădurire

La stabilirea speciilor folosite în cadrul compoziţiilor de împădurire s-a ţinut seama de recomandările din literatura de specialitate [12, 16, 17, 19, 21], selectându-se specii de arbori şi arbuşti care se pretează la condiţiile locale. Astfel, au fost luate în considerare atât exigenţele

staționale față de lumină, căldură, apă, rezistența la îngheț și rezistența la noxele din trafic [20, 35], cât și veleitățile estetice ale acestor specii, mai ales că perdelele forestiere de protecție vor fi amplasate pe un drum intens circulat [36, 37].

Tabelul 3. Tipurile de stațiune întâlnite în zona studiată și poziția lor hectometrică

Codul stațiunii	Poziția hectometrică	Suprafața	
		ha	%
S1 - câmpie forestieră de șleau Bs, brun - roșcat edafic mare, eu și mezotrofic, euhidric, estival reavăn	39,500 - 39,900	1,20	
	39,925 - 40,042	0,35	
	40,049 - 40,125	0,23	
	41,980 - 42,052	0,21	
	42,058 - 42,333	0,83	
	42,349 - 42,553	0,61	
	42,625 - 42,940	0,95	
Total		**4,38**	**10**
S2 - silvostepă internă de stejar pedunculat Bm, cernoziom argiloiluvial, megatrofic, oligomezohidric, estival reavăn - uscat reavăn	57,000 - 58,585	4,62*	
	58,602 - 58,956	1,06	
	58,969 - 59,495	1,57	
	59,626 - 59,918	0,88	
	59,924 - 61,550	4,88	
	61,642 - 61,822	0,54	
	61,846 - 62,600	2,26	
Total		**15,81**	**36**
S3 - deluros de cvercete cu stejar Bm, rendzinic edafic mijlociu mare, eu și megatrofic, mezohidric, estival reavăn	71,000 - 71,285	0,86	
	71,295 - 72,718	4,26	
	72,724 - 73,187	1,39	
	73,193 - 73,740	1,64	
	73,760 - 74,892	3,40	
	74,898 - 75,000	0,31	
Total		**11,86**	**27**
S4 - deluros de cvercete cu stejar Bm, rendzinic edafic mijlociu mare, eu și megatrofic, mezohidric, estival uscat reavăn	75,000 - 75,700	2,10	
	75,706 - 76,380	2,02	
	76,386 - 77,804	4,25	
	77,822 - 79,000	3,53	
Total		**11,9**	**27**
Total general		**43,95**	**100**

Note: [a] - s-a scăzut 0,14 ha, reprezentând suprafața conductei de termoficare.

După consultarea literaturii de specialitate [35, 38, 39] și identificarea condițiilor din teren, s-au stabilit o serie de specii de arbori și arbuști folosite în cadrul perdelelor forestiere de protecție. În cele ce urmează se prezintă simbolurile ce vor fi utilizate, în continuare, pentru speciile alese, denumirea științifică a acestor specii și principalele lor exigențe ecologice:

- „**St**" - stejar (*Quercus robur* L. - arbore de mari dimensiuni, frecvent până la 30 - 35m înălțime); este o specie heliofilă, exigentă față de căldura din sezonul de vegetație [39], vegetând bine pe soluri bogate în substanțe nutritive, profunde, afânate, bine aprovizionate cu apă, revene până la umede;

- „**Ult**" - ulm de Turkestan (*Ulmus pumila* L. - arbore de mărimea a III-a, până la 15 m înălțime) - specie de lumină, cu mare adaptabilitate față de climă şi sol [39], care rezistă bine la secetă, suportă solurile grele, uscate, compacte, scheletice, fiind cultivată şi ca specie ornamentală în aliniamente;

- „**Dd**" - dud (*Morus alba* L. - arbore de până la 15 m înălțime); este o specie cu pretenții mari față de regimul termic, fiind sensibilă la gerurile mari de pe timpul iernii, dar puțin exigent față de troficitatea solului [39];

- „**Sp**" - floarea miresii (*Spiraea x vanhouttei* L.) - arbust de până la 2 m înălțime, cu cerințe reduse față de climă şi sol, rezistent la ger, secetă, fum şi praf [39], cultivat şi pentru aspectul estetic deosebit datorat florilor;

- „**Mc**" - măceș (*Rosa canina* L.) - arbust de până la 2 - 3 m înălțime, cu o mare amplitudine ecologică, rezistență la ger şi înghețuri, cu aptitudini reale pentru terenurile degradate [39]; vegetează pe soluri scheletice, compacte, uscate până la revene [38], fiind cultivat şi ca specie ornamentală;

- „**Vit**" - vișin turcesc (*Prunus mahaleb* L.) - arbust sau arbore până la 10 m înălțime [39]; este o specie cu temperament de lumină [38], termofilă, rezistentă la ger, înghețuri şi secetă, cu pretenții mici față de sol; se folosește în perdelele forestiere de protecție [39], fiind excelentă pentru terenurile degradate, dar reprezintă şi o importantă specie de interes ornamental, înflorind abundent;

- „**Ml**" - mălin (*Prunus padus* L). - arbore de până la 15 m înălțime [39], care vegetează pe soluri fertile, profunde, cu suficientă umiditate [38], fiind o specie mezofită, de semilumină [35], cu caracter ornamental [38, 39];

- „**Gl**" - glădiță (*Gleditsia triacanthos* L.) este un arbore de până la 20 m înălțime, cu temperament de lumină, ce preferă sezoanele lungi de vegetație, suportă secetele puternice şi se comportă bine pe soluri compacte [39]; prezintă interes în terenuri degradate, perdele forestiere de protecție şi ca specie ornamentală;

- „**Sc**" - salcâm (*Robinia pseudoacacia* L.) - arbore de până la 25 m înălțime [39]; este o specie de lumină, xerofită, foarte exigentă față de căldură [35], vegetează pe soluri cu textură nisipoasă, afânate, permeabile, bogate în humus şi substanțe minerale, dar se poate întâlni şi pe terenuri degradate, pe marginea șoselelor [38], având caracter decorativ datorat inflorescențelor [39];

- „**Cg**" - caragana (*Caragana arborescens* Lam.) - arbust de până la 6 m înălțime, cu mare amplitudine ecologică [39], rezistent la ger şi secetă, cu exigențe scăzute față de sol, fiind cultivat atât în scop ornamental, cât şi în perdele forestiere de protecție [39];

- „**Pa**" - paltin de câmp (arțar - *Acer platanoides* L.) - arbore de mărimea a II-a, cu înălțimi de până la 25 m [39], cu temperament de semilumină [35], fiind adaptat pentru a vegeta în etajul al II-lea al arboretelor de amestec [39]; rezistă la geruri mari şi înghețuri, dar este exigent față de căldură în sezonul de vegetație [38], fiind un valoros arbore decorativ [38, 39];

- „**Art**" - arțarul tătărăsc (*Acer tataricum* L.) - arbust sau arbore de mărimea a III-a [39], cu temperament semiumbrofil şi pretenții mari faţă de căldura din sezonul de vegetație [35, 39], fiind rezistent la secetă şi tolerant faţă de solurile compacte; este apt pentru terenurile degradate şi perdele forestiere [39], dar prezintă şi valențe decorative, datorită frunzelor şi fructelor colorate în timpul toamnei [38];
- „**Sl**" - sălcioară (*Elaeagnus angustifolia* L.) - arbust sau arbore de mici dimensiuni (până la 7 - 8 m înălțime [39]), ce pretinde multă căldură [38], fiind o specie de lumină [35], care suportă bine gerurile de peste iarnă [38], insolația şi seceta din timpul verii [35, 39] şi este rezistentă la fum, gaze şi praf [38]; nu este pretențioasă faţă de sol, aspect care face posibilă cultivarea ei în terenuri degradate, perdele forestiere şi nisipuri salifere [39], dar este apreciată şi pentru aspectul ornamental deosebit [38];
- „**Te**" - tei de deal (*Tilia cordata* Mill.) - arbore de mărimea a II-a (cu înălțimi de până la 20 m [39]), cu temperament de semiumbră, cu exigențe moderate faţă de căldură, care preferă solurile fertile, profunde şi revene, fiind cultivată şi ca arbore de aliniament [38, 39];
- „**Soc**" - soc roşu (*Sambucus racemosa* L.) - arbust stufos de 1,5 - 4 m înălțime [39], cu temperament heliofil; specie întâlnită pe soluri profunde, revene, afânate, bogate în humus şi substanțe minerale [38], rezistentă la ger, fum şi gaze, iar datorită fructelor roşii - corai, este considerată un valoros arbust ornamental [38].

3. REZULTATE ŞI DISCUȚII

Pentru a asigura o protecție maximă împotriva înzăpezirii, s-a proiectat o perdea forestieră de protecție total acumulatoare de zăpadă, adică o perdea lată, impenetrabilă, care are rolul de a acumula, în interiorul ei, întreaga cantitate de zăpadă care este transportată de vânt şi care, altfel, ar înzăpezi calea permanentă de transport. Perdelele au fost constituite din specii de arbori şi de arbuşti, urmărindu-se atât închiderea în plan orizontal, cât şi în plan vertical, şi au fost amplasate pe partea căii din care suflă preponderent vânturile care transportă zăpada, aşa cum se recomandă şi în literatura de specialitate [16, 22].

Se menționează că pe sectoarele cuprinse între km 57,000 - 62,500 perdeaua forestieră de protecție trebuie amplasată la 50 m faţă de marginea drumului pentru că există o zonă de protecție a conductei Petrotrans (motorină - benzină), iar pe sectoarele cuprinse între km 71,000 - 79,000 perdeaua se va amplasa la o distanță de 30 m de la marginea drumului pentru că există o țeavă de gaz la distanța de 20 m. Raportat la distanța de amplasare a perdelelor forestiere faţă de diverse obiective, în literatura de specialitate [19] sunt menționate valori diferite în raport cu rolul perdelei forestiere de protecție. Astfel, dacă se dorește ca perdeaua forestieră de protecție să protejeze culturile agricole, distanța dintre perdelele forestiere poate varia de la 600 la 1200 m, şi se calculează în funcție de înălțimea medie a arborilor [23, 25]. Însă dacă se dorește protejarea unor obiective de investiții (drumuri, căi ferate, clădiri), distanțele se reduc considerabil [22]. Pentru situația de faţă, ținându-se seama de recomandările din literatură [12], s-au adoptat compoziții de împădurire corespunzătoare tipului staţional identificat în teren (**Tabelul 4**), dar s-a ținut seama şi

de faptul că speciile incluse în compozițiile de împădurire trebuie să asigure îndeplinirea rolului pentru care sunt proiectate perdelele forestiere respective, adică acela de a proteja drumul de înzăpezirea produsă prin viscolire.

Tabelul 4. Compozițiile de împădurire propuse

Poziția hectometrică	Codul stațiunii	Compoziția de împădurire	Suprafața (ha)
39,500 – 44,000	S_1	14 Ult 13 Dd 13 Art 13 Sl 13 Gl 7 Mc 20 Cg 7 Sp	4,38
57,000 – 63,000	S_2	14 St 13 Ult 13 Art 13 Vit 13 Sc 7 Mc 20 Soc 7 Sp	15,81
71,000 – 75,000	S_3	14 Pa 13 Ult 13 Art 13 Vit 13 Te 7 Mc 20 Soc 7 Sc	11,86
75,000 – 79,000	S_4	14 Ult 13 Dd 13 Art 13 Sl 13 Ml 7 Mc 20 Cg 7 Sp	11,90
		Total	**43,95**

Johnson și Brandle [12] recomandă ca distanța dintre rândurile care intră în componența perdelei forestiere de protecție să fie de 2...4 m pentru a permite dezvoltarea nerestricționată a plantelor, iar Lavrov și colaboratorii săi [21] menționează că distanța dintre rânduri poate fi și de 5 m. În studiul de față, pentru plantațiile integrale, s-au aplicat scheme de împădurire de 2,0 × 1,0 m, ceea ce, pentru o lățime a perdelei forestiere de protecție de 30 m, a corespuns unui număr de 5000 puieți la hectar.

Amplasarea perdelelor față de drumul național 1 şi modul de structurare sunt prezentate în **Tabelele 5 - 8**. Simbolurile folosite în tabelele amintite au următoarea semnificație: d - arbust decorativ; D - arbore decorativ; u - arbust de umbră, P - arbore principal; S - arbore secundar; M - arbore melifer şi s - arbust cu spini. După cum se poate observa în **Tabelele 5 - 8**, la conceperea schemelor de împădurire s-a ținut seama şi de o altă specificație din literatură [12, 40], respectiv de recomandarea conform căreia speciile de arbuști trebuie amplasate pe rândurile exterioare ale perdelei, astfel încât să se evite umbrirea lor de către speciile cu înălțimi mai mari, iar arborii înalți să fie amplasați în zona centrală a perdelei. Tot din **Tabelele 5 - 8** se observă un alt aspect deosebit de important, şi anume că speciile cu spini (glădiță, salcâm şi măceș) au fost amplasate în partea dinspre câmp, astfel încât să fie împiedicat accesul animalelor spre drum.

După cum se poate observa în tabelele de mai jos, speciile folosite la împădurire, în funcție de categoria în care au fost încadrate, sunt pentru:

- arbuști decorativi (d): floarea miresii (*Spiraea x vanhouttei* L.);
- arbori decorativi (D): sălcioara (*Elaeagnus angustifolia* L.) şi vișinul turcesc (*Prunus mahaleb* L.);
- arbuști de umbră (u): caragana (*Caragana arborescens* Lam.) şi socul roșu (*Sambucus racemosa* L.);
- arbori principali (P): ulmul de Turkestan (*Ulmus pumila* L.), dudul (*Morus alba* L.), stejarul pedunculat (*Quercus robur* L.) şi arțarul (*Acer platanoides* L.);
- arbori secundari (S): arțarul tătărăsc (*Acer tataricum* Mill.);
- arbori meliferi (M): glădița (*Gleditsia triacanthos* L.) şi salcâmul (*Robinia psudoacacia* L.);
- arbuști cu spini (s): măcești (*Rosa canina* L.).

Tabelul 5. Schema de împădurire pe sectorul dintre kilometrii 39,500 - 44,000

Specia	Schema de împădurire					
Floarea miresii	d	d	d	d	D	
Sălcioară	D	D	D	D	D	D
Sălcioară	D	D	D	D	D	
Caragana	u	u	u	u	u	u
Ulm de Turkestan	P_1	P_1	P_1	P_1	P_1	
Arțar tătărăsc	S	S	S	S	S	S
Ulm de Turkestan	P_1	P_1	P_1	P_1	P_1	
Caragana	u	u	u	u	u	u
Dud	P_2	P_2	P_2	P_2	P_2	
Arțar tătărăsc	S	S	S	S	S	S
Dud	P_2	P_2	P_2	P_2	P_2	
Caragana	u	u	u	u	u	u
Glădiță	M	M	M	M	M	
Glădiță	M	M	M	M	M	M
Măceș	s	s	s	s	s	

Tabelul 6. Schema de împădurire pe sectorul dintre kilometrii 57,000 - 63,000

Specia	Schema de împădurire					
Floarea miresii	d	d	d	d	D	
Vișin turcesc	D	D	D	D	D	D
Vișin turcesc	D	D	D	D	D	
Soc roșu	u	u	u	u	u	u
Stejar pedunculat	P_1	P_1	P_1	P_1	P_1	
Arțar tătărăsc	S	S	S	S	S	S
Stejar pedunculat	P_1	P_1	P_1	P_1	P_1	
Soc roșu	u	u	u	u	u	u
Ulm de Turkestan	P_2	P_2	P_2	P_2	P_2	
Arțar tătărăsc	S	S	S	S	S	S
Ulm de Turkestan	P_2	P_2	P_2	P_2	P_2	
Soc roșu	u	u	u	u	u	u
Salcâm	M	M	M	M	M	
Salcâm	M	M	M	M	M	M
Măceș	s	s	s	s	s	

Pentru stabilirea necesarului de puieți s-a ținut seama de suprafețele de împădurit (Tabelele 9 şi 10), schemele de plantare şi de procentele de completări pentru fiecare compoziție de împădurire, calculate pe baza unor pierderi de 20% în anul I şi de 10% în anul al II-lea.

S-a prevăzut să se execute receparea puieților după plantare pentru a crește proporția de reușită, în condițiile deficitului de precipitații din zonă, şi udări în perioadele secetoase (câte două pe an, în primii cinci ani de la instalarea culturilor). Pentru combaterea dăunătorilor (cărăbuși şi omizi defoliatoare) sunt necesare stropiri cu insecticide (două în anul I şi câte una în anii II ... V).

Tabelul 7. Schema de împădurire pe sectorul dintre kilometrii 71,000 - 75,000

Specia	Schema de împădurire											
Floarea miresii	d		d		d		d		D			
Vişin turcesc		D		D		D		D		D		
Vişin turcesc	D		D		D		D		D			
Soc roşu		u		u		u		u		u		
Arţar	P_1		P_1		P_1		P_1		P_1			
Arţar tătărăsc		S		S		S		S		S		
Arţar	P_1		P_1		P_1		P_1		P_1			
Soc roşu		u		u		u		u		u		
Ulm de Turkestan	P_2		P_2		P_2		P_2		P_2			
Arţar tătărăsc		S		S		S		S		S		
Ulm de Turkestan	P_2		P_2		P_2		P_2		P_2			
Soc roşu		u		u		u		u		u		
Tei de deal	M		M		M		M		M			
Tei de deal		M		M		M		M		M		
Măceş	s		s		s		s		s			

Tabelul 8. Schema de împădurire pe sectorul dintre kilometrii 75,000 – 79,000

Specia	Schema de împădurire											
Floarea miresii	d		d		d		d		D			
Sălcioară		D		D		D		D		D		
Sălcioară	D		D		D		D		D			
Caragana		u		u		u		u		u		
Ulm de Turkestan	P_1		P_1		P_1		P_1		P_1			
Arţar tătărăsc		S		S		S		S		S		
Ulm de Turkestan	P_1		P_1		P_1		P_1		P_1			
Caragana		u		u		u		u		u		
Dud	P_2		P_2		P_2		P_2		P_2			
Arţar tătărăsc		S		S		S		S		S		
Dud	P_2		P_2		P_2		P_2		P_2			
Caragana		u		u		u		u		u		
Mălin	M		M		M		M		M			
Mălin		M		M		M		M		M		
Măceş	s		s		s		s		s			

Tabelul 9. Necesarul de puieți în funcţie de compoziții şi suprafețe

Compoziția de împădurire	Suprafaţa (ha)	Număr puieți la hectar	Numărul anual de puieți (mii buc.)			
			I	II	III	Total
14 Ult 13 Dd 13 Art 13 Sl 13 Gl 7 Mc 20 Cg 7 Sp	4,38	5000	21,92	4,44	2,18	28,54
14 St 13 Ult 13 Art 13 Vit 13 Sc 7 Mc 20 Soc 7 Sp	15,81	5000	79,07	15,79	7,97	102,83
14 Pa 13 Ult 13 Art 13 Vit 13 Te 7 Mc 20 Soc 7 Sc	11,86	5000	59,31	11,81	5,99	77,11
14 Ult 13 Dd 13 Art 13 Sl 13 Ml 7 Mc 20 Cg 7 Sp	11,9	5000	59,60	11,88	5,97	77,45
Total	**43,95**	–	**219,90**	**43,92**	**22,11**	**285,93**

Tabelul 10. Necesarul de puieți pe specii

Specia	Numărul anual de puieți (mii buc.)			
	I	II	III	Total
Arțar tătărăsc	28,59	5,70	2,88	37,17
Dud	10,60	2,12	1,06	13,78
Glădiță	2,85	0,58	0,28	3,71
Paltin de câmp (arțar)	8,30	1,66	0,84	10,80
Salcâm	10,28	2,05	1,04	13,37
Stejar pedunculat	11,05	2,22	1,10	14,37
Tei de deal	7,71	1,53	0,78	10,02
Ulm de Turkestan	29,40	5,86	2,98	38,24
Vișin turcesc	17,99	3,58	1,82	23,39
Caragana	16,29	3,26	1,63	21,18
Măceș	15,40	3,08	1,54	20,02
Sălcioară	10,60	2,12	1,06	13,78
Soc roșu	27,69	5,54	2,78	36,01
Floarea miresii	15,40	3,08	1,54	20,02
Mălin	7,75	1,54	0,78	10,07
Total	**219,90**	**43,92**	**22,11**	**285,93**

De asemenea, s-a prevăzut ca, până la închiderea stării de masiv (o perioadă de 7 ani de la plantare), să se execute o serie de lucrări, după cum urmează:

- revizuiri: câte una în anii I, II şi III;
- mobilizări pe rândurile de puieți: 3 în anul I, câte două în anii II şi III, câte una în anii IV şi V;
- mobilizări între rândurile de puieți: 3 în anul I, câte două în anii II şi III;
- descopleșiri: câte una în anii IV, V, VI şi VIII.

Costul total al lucrărilor este format din costul lucrărilor de împădurire şi costul lucrărilor de întreținere până la realizarea stării de masiv, la care se mai adaugă costurile pentru confecționarea şi plantarea bornelor şi materializarea pieților de probă.

4. CONCLUZII

Deși rolul perdelelor forestiere de protecție este bine-cunoscut, cercetările au luat amploare în ultimele decenii, şi au urmărit, în principal, beneficiile oferite pentru agricultură, stoparea sau încetinirea proceselor de eroziune a terenurilor degradate, cunoașterea habitatelor create în cadrul perdelelor forestiere de protecție şi protejarea diferitelor obiective prin modificările aduse vitezei şi direcției vântului, cu implicații directe asupra efectelor pe care le au în cazul furtunilor de nisip şi a înzăpezirilor produse pe timpul iernii.

La fixarea speciilor din schemele de împădurire ale perdelelor forestiere de protecţie trebuie să se țină seama atât de condiţiile locale din zona în care se vor amplasa perdelele forestiere şi de exigențele ecologice ale speciilor (față de lumină, apă, căldură şi noxe), cât şi de scopul pentru care se înființează respectivele perdele forestiere de protecţie.

Diferențele care apar între împăduririle realizate în zonele forestiere şi împăduririle de la înființarea perdelelor forestiere de protecţie constau doar în numărul mai mare de specii folosite în cadrul compoziţiilor de împădurire specifice perdelelor forestiere, deoarece, în majoritatea situațiilor, se aplică aceeași schemă de împădurire, care presupune utilizarea a 5000 de puieţi la hectar.

MATERIALE SUPLIMENTARE

Nu este cazul.

FINANŢARE

Această lucrare nu a fost finanțată din exteriorul organizației.

MULŢUMIRI

Autoarea dorește să mulțumească Universității Transilvania din Braşov pentru furnizarea dispozitivelor şi materialelor utilizate în studiu, precum și Departamentului de Exploatări Forestiere, Amenajarea Pădurilor şi Măsurători Terestre pentru sprijinul logistic acordat în realizarea studiului. De asemenea, se aduc mulțumiri doamnei Profesor Valentina Doina Ciobanu pentru tot sprijinul acordat în ceea ce privește datele de teren.

CONFLICT DE INTERESE

Autoarea nu declară niciun conflict de interese.

REZUMAT EXTINS – EXTENDED ABSTRACT

Title in English: *Technical solutions for controlling snow accumulation on the transportation infrastructure by creating forest protective shelterbelts: a case study*

Introduction: *This paper proposes a technical solution to build shelterbelts in order to prevent the accumulation of heavy snow on transport pathways in the area of DN1 national road, linking the capital of Romania (Bucharest) to Transylvania. In this regard, the compositions of afforestation composed by different species of trees and shrubs are designed. These are adapted to the local conditions, with the aim of achieving the protective goal in the shortest time. The selection of planting schemes was made by taking into account that the tallest trees are to be placed in the center of the shelterbelts and shrub species are to be positioned in their surrounding areas, thus preventing the access of wild animals to the national road.*

Materials and Methods: *Soil types and subtypes were determined by mapping during field work. During the field work, the types of forest sites were also identified. In determining the species used in afforestation compositions, the recommendations of the literature were taken into account, by selecting species of trees and shrubs that are suitable for local conditions. Thus, both the seasonal requirements for light, heat, water, frost resistance and resistance to traffic hazards were taken into account, as well as the aesthetics of these species, especially that the forest protection shelterbelts will be located on a very important road. The forest plantations in the area are generally well developed.*

Results and Discussions: *Afforestation compositions corresponding to the seasonal type identified in the field have been adopted, but it has also been taken into account that the species included in the afforestation compositions*

must ensure the fulfillment of the role for which the respective forest shelterbelts are designed. In this study, afforestation schemes of 2.0 × 1.0 m were designed for plantation, which, for a width of the forest protection shelterbelt of 30 m, corresponded to a number of 5000 seedlings per hectare. The design of afforestation schemes took into account specifications found in the literature, namely the recommendation that shrub species should be placed on the outer rows of the shelterbelt, so as to avoid their shading by taller trees, and that the tall trees to be placed in the central area of the shelterbelt. Shrub species were placed on the side of the shelterbelt so as to prevent the animals from gaining access to the road.

Conclusions: *When choosing the species in the afforestation schemes of the forest protection shelterbelts, the local conditions in the area where the forest shelterbelt will be located and the ecological requirements of the species should be taken into account, as well as for the purpose for which the respective forest protection shelterbelts are established.*

Keywords: *shelterbelts, trees species, composition of afforestation, forest site type, planting scheme.*

REFERINȚE

1. Vasilescu M.M., 2003: Perdele forestiere de protecție - O problemă de mare actualitate. Revista de Silvicultură și Cinegetică, 17 - 18, 30-31.
2. Vasilescu M.M., Terești neu C., Candrea B., 2007: Research on the effects of forest shelterbelts on agricultural crops. Proceedings IUFRO - Conference on Forest Landscape Restoration, Seoul, 257-258.
3. Dănescu F., Costăchescu C., Petrila M., 2007: Studiu de fundamentare a necesității instalării perdelelor forestiere de protecție a câmpului în județul Constanța. Analele I.C.A.S. 50, 299- 316.
4. Plate E.J., 1971: The aerodynamics of shelter belts. Agricultural Meteorology, 8, 203-222.
5. Miller D.R., Rosenberg N.J., Bagley W.T., 1974: Wind reduction by a highly permeable tree shelterbelt. Agricultural Meteorology, 14(1-2), 321-333.
6. Gillett W.B., 1986: The potential for energy savings from landscaping and shelter. Intersol Eighty-Five, 249-253.
7. Johnson R.J., Beck M.M., 1988: 17 influences of shelter belts on wildlife management and biology. Windbreak Technology, 301-335.
8. McAneney K.J., Salinger M.J., Porteous A.S., Barber R.F., 1990: Modification of an orchard climate with increasing shelter-belt height. Agricultural and Forest Meteorology, 49(3), 177-189.
9. Anonymous, 1996a: Land Management. SUSTAINABLE LAND. Shelter Design for Horticulture and Cropping on the Plains. Environment Topics. Hawke's Bay – Regional Council, Safeguarding Your Environment, ET:PC:PP19:GE:Feb.
10. Wang H., Takle E.S., 1996: On shelter efficiency of shelterbelts in oblique wind. Agricultural and Forest Meteorology, 81(1-2), 95-117.
11. Park C.W., Lee S.J., 2002: Verification of the shelter effect of a windbreak on coal piles in the POSCO open storage yards at the Kwang – Yang works. Atmospheric Environment, 36(3), 2171-2185.
12. Johnson (Stawell) H., Brandle J., 2003: Shelterbelt design. Landcare Notes, May 2003, State of Victoria, Department of Sustainability and Environment, 4 p.

13. Chang X., Zhao W., Zhang Z., Su Y., 2006: Sap flow and tree conductance of shelter-belt in arid region of China. Agricultural and Forest Meteorology, 138, 132-141.

14. Griffiths G.J.K., Holland Jh. M., Bailey A., Thomas M.B., 2008: Efficacy and economics of shelter habitats for conservation biological control. Biological Control, 45, 200-209.

15. Davis E.L., Laroque C.P., van Rees K., 2013: Evaluating the suitability of nine shelterbelt species for dendrochronological purposes in the Canadian Prairies. Agroforest Systems, vol. 87, 713-727.

16. Van Thuyet D., Tran Van D., Sato T., Trieu H., 2014: Effects of species and shelterbelt structure on wind speed reduction in shelter. Agroforestry Systems, 88(2), 237-244. Doi: 10.1007/s10457-013-9671-4.

17. Cai X., Henderson M., Wang L., Su Y., Liu B., 2021: Shelterbelt structure and crop protection from increased typhoon activity in Northeast China. Agriculture, 11(10), 995. Doi: 10.3390/agriculture11100995.

18. Anonymous, 2002a: Legea nr. 289 din 15 mai 2002 privind perdelele forestiere de protecție. Publicată în Monitorul Oficial nr. 338 din 21 mai 2002.

19. Anonymous, 2010: Shelterbelts. Design guidelines for farmyard, field, roadside, livestock, wildlife, and riparian butter planting on the prairies. Her Majesty the Queen in Right of Canada, 28 p.

20. Carborn J.M., 1957: Shelterbelts and microclimate. Forestry Commission Bulletin, 29, 164 p.

21. Lavrov V., Miroshnyk N., Grabovska T., Shupova T., 2021: Forest shelter belts in organic agricultural landscape: structure of biodiversity and their ecological role. Folia Forestalia Polonica, Series A, 63(1), 48-64. Doi: 10.2478/ffp-2021-0005.

22. Mize C.W., Brandle J.R., Schoeneberger M.M., Bentrup G., 2008: Ecological development and function of shelterbelts in temperate north America. Towards Agroforestry Design, 27-54. Doi: 10.1007/978-1-4020-6572-9_3.

23. Vasilescu M.M., 2008. Influence of few forest shelterbelts on wheat yield. Revista Pădurilor, 123(1), 25-33.

24. Hogg W.H., 1965: A shelter belt study - Relative shelter, effective winds and maximum efficiency. Agricultural Meteorology, 2(5), 307-315.

25. Vasilescu M.M., Tereșneu C.C., 2008. Local network of forest shelterbelts - Solution to achieve a national plan. Sustainable Forestry in a Changing Environment, 91-97.

26. Anonymous, 2002b: Ordinul nr. 636 din 23 decembrie 2002 privind aprobarea "Îndrumărilor tehnice pentru înființarea, îngrijirea şi conducerea vegetației forestiere din perdelele forestiere de protecție".

27. Anonymous, 2004: Hotărârea nr. 155 din 12 februarie 2004 privind aprobarea conținutului-cadru al studiului pentru fundamentarea înființării perdelelor forestiere de protecție. Publicat în Monitorul Oficial al României nr. 147 din 19 februarie 2004.

28. Anonymous, 2014: O.U.G. nr. 38 / 2014 pentru modificarea şi completarea Legii nr. 289 / 2002 privind perdelele forestiere de protecție. Publicată în Monitorul Oficial al României nr. 461 din 24 iunie 2014.

29. Anonymous, 1996: H.G. nr. 36 din 29 ianuarie 1996 privind stabilirea şi sancționarea contravențiilor la normele privind exploatarea şi menținerea în bună stare a drumurilor publice. Act emis de Guvernul României şi publicat în Monitorul Oficial al României nr. 28 din 6 februarie 1996.

30. Ghinea D., 1996: Enciclopedia Geografică a României, vol. I (A-G). Editura Enciclopedică, Bucureşti, 642 p.

31. Badea L., Gâştescu P., Velcea V., Bogdan O., Doniță I., Dragomirescu S., Florea N., Niculescu Gh., Popova-Cucu A., Roşu AL., Sencu V., 1983: Geografia României I. Geografia fizică. Editura Academiei Republicii Socialiste România, Bucureşti, 662 p.

32. Târziu D., Spârchez Gh., Dincă L., 2000: Soluri și stațiuni forestiere. Lucrări practice. Reprografia Universității Transilvania din Brașov, 164 p.

33. Târziu D., Spârchez Gh., Dincă L., 2002: Solurile României. Editura Pentru Viață, Brașov, 98 p.

34. Spârchez Gh., Târziu D., Dincă L., 2013: Pedologie cu elemente de geologie și geomorfologie. Editura Universității Transilvania din Brașov, 348 p.

35. Anonymous, 1968: Agenda forestieră (Breviar tehnic). Editura Agrosilvică, Bucureşti, 923 p.

36. Negruțiu F., 1980: Spații verzi. Editura Didactica și Pedagogică, București, 311 p.

37. Gherghel M., 2016: Specii lemnoase de interes forestier și ornamental. Editura Petru Maior, Reghin, 529 p.

38. Beldeanu E., 2004: Specii de interes sanogen din fondul forestier. Editura Universității Transilvania din Braşov, 260 p.

39. Șofletea N., Curtu A.L., 2007: Dendrologie, Editura Universității Transilvania din Brașov, 540 p.

40. Zhu J.J., 2008: Wind shelterbelts. Encyclopedia of Ecology, pp. 3803-3812. Doi: 10.1016/B978-008045405-4.00366-9.